Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie

Deutsche Seewarte

Digitized by Google

Google

Google

Digitized by Google

B. XVe 10.

Kaiserliche Marine

Deutsche Seewarte

Annalen der Hydrographie

und

Maritimen Meteorologie

Zeitschrift für Seefahrt- und Meereskunde

THE SCRIPPS INSTITUTION
OF OCEANOGRAPHY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LAJOLLA, CALIF.

1908

Sechsunddreißigster Jahrgang

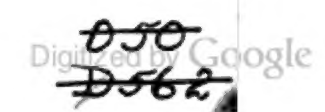
Berlin

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn

Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei

Kochstraße 68—71.

10828


Digitized by Google

GC4
An72
v.36

LIBRARY
SCRIPPS INSTITUTION
OF OCEANOGRAPHY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LA JOLLA, CALIFORNIA
10888

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichnis

zu den

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie.

XXXVI. Jahrgang. 1908.

Ableitung der Ausdrücke für die bei Kreuzung zweier Gezeitenwellen auftretenden Erscheinungen. C. Börgen. 410, 450.
Ablenkung, Zur Frage von der — der Triftströmungen. V. W. Ekman. 481.
—, Bemerkungen zu dem Aufsatze von V. W. Ekman: »Zur Frage von der — der Triftströmungen«. O. E. Schiötz. 550.
Abreißer, Die Windrichtung in 800 Drachenaufstiegen und 44 --n bei Hamburg 1903 bis 1906. W. Köppen. 49.
Änderung, Über die —en der meteorologischen Elemente zu Hamburg unter dem Einfluß des Mondes. J. Schneider. 66.
—, Stündliche —en der hydrographischen und biologischen Verhältnisse auf der Reede von Ostende. W. Brennecke. 116.
Akustisch, Unzuverlässigkeit gewöhnlicher —er Nebelsignale. 180.
Anweisung, Kurze —en für Segelschiffsreisen zwischen Australien und den Westküsten Amerikas. 141.
Apparat. Über einen neuen — für die Registrierung der Windgeschwindigkeit (Normalanemograph). O. Steffens. 513.
Arabisches Meer. Orkan im —n Meer vom 23. Oktob. bis 3. Nov. 1906. G. Tietz. 156. Berichtigung hierzu. 225.
Arbeiten, Ozeanographische — S. M. S. »Planet« im Bismarck-Archipel 1907. 477.
Aselmann, E.: Besprechung: Kgl. Preuß. Meteorol. Institut: Aspirationspsychrometer-Tafeln. 327.
Astronomisch. Berichtigung zu: J. Möller, Über die —e Kontrolle der Chronometer auf See. J. Möller. 34.
Atlantischer Ozean. Über Schnittpunkte auf Segelschiffsreisen vom Nord—n — zum Süd—n —. M. Prager. 30.
— —. Nordlicht am 26. u. 27. März 1908 auf dem —n — in 40° N-Br., 64° u. 50° W-Lg. O. Hennig. 276.
— —. Die Bedeutung einer internationalen Erforschung des —n —s in physikalischer und biologischer Hinsicht. G. Schott. 406.
Atlantischer Ozean. Siehe auch Nordatlantisch.
Aufgabe. Die Douwes'sche — in geometrischer Behandlung. C. Schoy. 558.
Autograph. Ein neuer Windrichtungs - —. O. Steffens. 208.

Ballonaufstiege, Fessel- — für meteorologische Höhenforschung an Bord S. M. S. »Planet«. Ob. Lt. z. S. Schlenzka. 63.
Bedeutung, Die — einer internationalen Erforschung des Atlantischen Ozeans in physikalischer und biologischer Hinsicht. G. Schott. 406.
Beförderungsversuche, Chronometer- — über Land. Rottok. 168.
Behrmann, W.: Das erste Auftreten von Tiefenzahlen in alten Seekarten. 275.
Beiträge, Rolf Witting: — zur Hydrographie des Bottnischen Meerbusens. W. Brennecke. 541.
Belle Isle-Straße. Die Strömungen in der —. L. Mecking. 201.
Bemerkung zu dem Aufsatz: »Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen«. 419.
—en über die durch den Wind erzeugten Meeresströmungen. O. E. Schiötz. 429.
—, Einige --en über den Einfluß der Erdrotation auf die Meeresströmungen. H. Mohn. 447.
—en zu dem Aufsatze von V. W. Ekman: »Zur Frage von der Ablenkung der Triftströmungen«. O. E. Schiötz. 550.
Beobachtungen, Ozeanographische Versuche und — an Bord S. M. S. »Möwe« und S. M. S. »Zieten« im Sommer 1907. P. Perlewitz. 1.
—, Schwingungs- — mit der Horizontalnadel auf See. Fr. Bidlingmaier. 461.
— mit Unterwasserglockensignalen. 132, 228, 324, 469.
Berechnung. Hilfsgrößen für die — der im Jahre 1908 stattfindenden Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen. C. Stechert. 218.
Bergen, Kursus in Meeresforschung zu — 1908. 225.

Digitized by Google

Bericht über die einunddreißigste, auf der Deutschen Seewarte abgehaltene Wettbewerb-Prüfung von Marine-Chronometern (Winter 1907—1908). 381.
Berichtigung zu dem Aufsatz: Dr. Wegemann, Eine einfache Methode der Gezeitenberechnung mittels der harmonischen Konstanten für den praktischen Gebrauch. G. Wegemann. 34.
— zu: J. Möller, Über die astronomische Kontrolle der Chronometer auf See. J. Möller. 34.
— zu: G. Tietz, Orkan im Arabischen Meer vom 23. Oktober bis 3. November 1906. 225.
Beschreibung eines Drehtisches für Kompaßuntersuchungen. H. Meldau. 505.
Bestimmung, Über die Verwendung von Sterndistanzen zur — der Sextantenfehler auf See. J. Möller. 75.
— und Kompensation von Deviationen mit dem Doppelkompaß von Dr. Bidlingmaier. H. Maurer. 252.
Beziehung, Die — zwischen den Temperaturen des Nordatlantischen Ozeans und von Nordwest- und Mitteleuropa. L. Grossmann. 333.
Bidlingmaier, Fr.: Schwingungsbeobachtungen mit der Horizontalnadel auf See. 461.
Biologisch, Stündliche Änderungen der hydrographischen und —en Verhältnisse auf der Reede von Ostende. W. Brennecke. 116.
—, Die Bedeutung einer internationalen Erforschung des Atlantischen Ozeans in physikalischer und —er Hinsicht. G. Schott. 406.
Blitz, Ein interessanter Fall der Einwirkung des —es auf den Schiffsmagnetismus und den Kompaß. D. Kasumovic 34.
—schlag in das Schiff und dadurch veränderte Deviation. 85.
Börgen, C.: Ableitung der Ausdrücke für die bei Kreuzung zweier Gezeitenwellen auftretenden Erscheinungen. 410, 450.
Bottnischer Meerbusen, Rolf Witting: Beiträge zur Hydrographie des —n —s. W. Brennecke. 541.
Breitentabelle, Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der —n. Raydt. 163. Bemerkung hierzu 419.
—, Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der —n. S. Mars. 353.
Brennecke, W.: Stündliche Änderungen der hydrographischen und biologischen Verhältnisse auf der Reede von Ostende. 116.
—, -: Die Eisverhältnisse der nördlichen Meere im Jahre 1907. 178.
—, -: Rolf Witting: Beiträge zur Hydrographie des Bottnischen Meerbusens. 541.
—, -: Besprechung. Amundsen, R.: Die Nordwest-Passage. 133.
—, -: Besprechung. H. J. Klein: Wettervorhersage für jedermann. 278.
—, -: Besprechung. Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Hrsgegeb. v. d. Preuß. Landesanstalt f. Gewässerkunde. Besondere Mitteilungen, Bd. 1. 566.
Burath, K.: Die Erforschung der erdmagnetischen Verhältnisse im Stillen Ozean durch die amerikanische Yacht »Galilee«. 1905—1907. 271.

Capelle: Die vom Reichs-Marine-Amt herausgegebenen Gezeitentafeln in ihrer neuen Form. 242.
Caspar: »Navigator«, Registrier-Apparat für Maschinen- und Rudermanöver auf Dampfschiffen. 321.
Chronometer, Berichtigung zu: J. Möller, Über die astronomische Kontrolle der — auf See. 34.
—-Beförderungsversuche über Land. Rottok. 168.
—, Bericht über die einunddreißigste auf der Deutschen Seewarte abgehaltene Wettbewerb-Prüfung von Marine-—n (Winter 1907—1908). 381.

Dampferfahrt, Eine — durch die Torres-Straße nach Townsville. 37.
Dampferweg, Die Wärmeverhältnisse auf dem —e zwischen der Deutschen Bucht und New York, dargestellt in Isoplethen-Diagrammen. G. Schott. 110. Bemerkungen hierzu. 177.
—e von Durban nach der Sunda-Straße. 529.
Darstellung, Angenäherte — des Hauptbogens in der Merkatorkarte. v. Kobbe. 497. Nachtrag hierzu. 551.
Dauer, Die Reisen deutscher Segelschiffe in den Jahren 1893 bis 1904 und ihre mittlere —. A. Paulus. 23.
Deutsche Küste, Die Eisverhältnisse an den —n —n im Winter 1907/08. Die Deutsche Seewarte. 288.
— —, Die stürmischen Winde an der —n — vom 1. bis 12. Januar 1908. Grossmann. 189.
Deutsche Seewarte siehe Seewarte, Deutsche.
Deviation, Bestimmung und Kompensation von —en mit dem Doppelkompaß von Dr. Bidlingmaier. H. Maurer. 252.
—, Blitzschlag in das Schiff und dadurch veränderte — 85.
Doppelkompaß, Bestimmung und Kompensation von Deviationen mit dem — von Dr. Bidlingmaier. H. Maurer. 252.
Douwes. Die —'sche Aufgabe in geometrischer Behandlung. C. Schoy. 558.
Drachenaufstiege, Die Windrichtung in 800 — n und 44 »Abreißern« bei Hamburg 1903—1906. W. Köppen. 49.
Drehtisch, Beschreibung eines —es für Kompaßuntersuchungen. H. Meldau. 505.
Durban, Dampferwege von — nach der Sundastraße. 529.
Durchsegelung, Eine — der Straße Le Maire, ausgeführt von der Hamburger Bark »Prompt«. Kapt. R. Miethe, im Januar 1906. 39.
Dynamische Versuche mit Meerwasser. J. W. Sandström. 6.

Echo bei Nebel. 41.
Einfluß, Über die Änderungen der meteorologischen Elemente zu Hamburg unter dem — des Mondes. J. Schneider. 66.
—, Einige Bemerkungen über den — der Erdrotation auf die Meeresströmungen. H. Mohn. 447.
Einwirkung, Ein interessanter Fall der — des Blitzes auf den Schiffsmagnetismus und den Kompaß. D. Kasumovic. 34.
Eisberge auf der Höhe von Labrador. 133.
Eisverhältnisse, Die — der nördlichen Meere im Jahre 1907. W. Brennecke. 178.
—, Die — an den deutschen Küsten im Winter 1907/08. Die Deutsche Seewarte. 288.
—, Zu den Beziehungen zwischen den —n bei Island und der nordatlantischen Zirkulation. W. Meinardus. 318.

Digitized by Google

Eisverhältnisse. Die — des Winters 1907/08 in den außerdeutschen Gewässern der Ostsee, sowie an der holländischen Küste. Die Deutsche Seewarte. 388.
Ekman, V. W.: Zur Frage der Ablenkung der Triftströmungen. 481.
Englischer Kanal, Vom —en — um Kap Horn. Die Deutsche Seewarte. 525.
Entwicklung. Die — der drei hanseatischen Navigationsschulen. J. Krauß. 300.
Erdinduktor, Neue Inklinationsbestimmungen mit dem abgeänderten Weberschen — zu Wilhelmshaven. B. Meyermann. 509.
Erdmagnetisch, Die Erforschung der —en Verhältnisse im Stillen Ozean durch die amerikanische Yacht »Galilee«. 1905—1907. K. Burath. 271.
Erdrotation, Einige Bemerkungen über den Einfluß der — auf die Meeresströmungen. H. Mohn. 447.
Erfahrungen mit Unterwasser-Glockensignalen. 228.
Erforschung, Die — der erdmagnetischen Verhältnisse im Stillen Ozean durch die amerikanische Yacht »Galilee«. 1905—1907. K. Burath. 271.
—, Die Bedeutung einer internationalen — des Atlantischen Ozeans in physikalischer und biologischer Hinsicht. G. Schott. 406.
Eruption, Schwefelhaltige — auf See. 180.
Ewald, W. F.: Über ein Wasserphotometer. 125.
—, -: Ein Kipp-Photometer. 501.

Fahrwasserbeleuchtung, Unterseeische —. G. Tietz. 373.
Feuerkugel. 41.
Flaschenposten. 562.
Forschungsreise, Über die vorjährige — der »Prinzess Alice«. 373.
—, Eine ozeanographische —. G. Schott. 419.

Geometrisch, Über die Lehrmethode in den —en Hilfsfächern der Nautik. O. Steppes. 211.
—, Die Douwes'sche Aufgabe in —er Behandlung. C. Schoy. 558.
Gestirnshöhen ohne Horizont. A. Wedemeyer. 179.
Gezeiten, Berichtigung zu dem Aufsatz: Dr. Wegemann, Eine einfache Methode der —berechnung mittels der harmonischen Konstanten für den praktischen Gebrauch. G. Wegemann. 34.
—, Die vom Reichs-Marine-Amt herausgegebenen —tafeln in ihrer neuen Form. Capelle. 242.
—, Ableitung der Ausdrücke für die bei Kreuzung zweier —wellen auftretenden Erscheinungen. C. Börgen. 410, 450.
—, Über sekundäre —wellen. G. Wegemann. 532.
Glockensignale, Erfahrungen mit Unterwasser—n. 132, 228, 324, 469.
Graphische Psychrometertafel. W. Köppen. 175.
Grossmann, L.: Die stürmischen Winde an der deutschen Küste vom 1. bis 12. Januar 1908. 189.
—, -: Die Beziehung zwischen den Temperaturen des Nordatlantischen Ozeans und von Nordwest- und Mitteleuropa. 333.

Hambruch, P.: Besprechung. Friederici, G.: Die Schiffahrt der Indianer. 42.
Hamburg, Über die Änderungen der meteorologischen Elemente zu — unter dem Einfluß des Mondes. J. Schneider. 66.
Hanseatisch, Die Entwicklung der drei —en Navigationsschulen. J. Krauß. 300.
Harmonisch, Berichtigung zu dem Aufsatz: Dr. Wegemann, Eine einfache Methode zur Gezeitenberechnung mittels der —en Konstanten. 34.
v. Hasenkamp, H.: Besprechung. Lamb, H.: Lehrbuch der Hydrodynamik. 469.
Hauptbogen, Angenäherte Darstellung des —s in der Merkatorkarte. v. Kobbe. 497. Nachtrag hierzu. 551.
Hebung der Kimm und Luftspiegelungen in der Nordsee. Frhr. v. Schrötter. 490.
Hennig, O.: Nordlicht am 26. u. 27. März 1908 auf dem Atlantischen Ozean in 40° N-Br., 64° u. 50° W-Lg. 276.
Herrmann, J.: Die russischen hydrographischen Arbeiten im Stillen Ozean 1898—1904. Nach dem Bericht d. Oberst Schdanko. 124.
Hilfsgrößen für die Berechnung der im Jahre 1909 stattfindenden Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen. C. Stechert. 218.
Höhen, Gestirns— ohne Horizont. A. Wedemeyer. 179.
—forschung, Fesselballonaufstiege für meteorologische — an Bord S. M. S. »Planet«. Ob. Lt. z. S. Schlenzka. 63.
Hörweite von Nebelsignalen (Kanonenschüssen). 39.
Holländische Küste, Die Eisverhältnisse des Winters 1907/08 in den außerdeutschen Gewässern der Ostsee, sowie an der —n —. Die Deutsche Seewarte. 388.
Holzfloß in der Magellan-Straße. 322.
Horizont, Gestirnshöhen ohne —. A. Wedemeyer. 179.
Horizontalnadel. Schwingungsbeobachtungen mit der — auf See. Fr. Bidlingmaier. 461.
Hydrographie. Rolf Witting: Beiträge zur — des Bottnischen Meerbusens. W. Brennecke. 541.
Hydrographisch, Die russischen —en Arbeiten im Stillen Ozean 1898—1904. Nach d. Bericht d. Oberst M. Schdanko. J. Herrmann. 124.
—, Stündliche Änderungen der —en und biologischen Verhältnisse auf der Reede von Ostende. W. Brennecke. 116.

Indischer Ozean. Monatskarten für den —n —. Die Deutsche Seewarte. 285.
Inklinationsbestimmung. Neue —en mit dem abgeänderten Weberschen Erdinduktor zu Wilhelmshaven. B. Meyermann. 509.
International, Die Bedeutung einer —en Erforschung des Atlantischen Ozeans in physikalischer und biologischer Hinsicht. G. Schott. 406.
Island, Zu den Beziehungen zwischen den Eisverhältnissen bei — und der nordatlantischen Zirkulation. W. Meinardus. 318.
Isoplethen-Diagramm, Die Wärmeverhältnisse auf dem Dampferwege zwischen der Deutschen Bucht und New York, dargestellt in — —en. G. Schott. 110. Bemerkungen hierzu. 177.

Japan. Neue Sturmwarnungssignale in —. 317.

Kap Guardafui. Nebel und unsichtiges Wetter bei —. E. Knipping. 250.
Kap Horn. Vom Englischen Kanal um —. Die Deutsche Seewarte. 525.

Digitized by Google

Kasumovic, D.: Ein interessanter Fall der Einwirkung des Blitzes auf den Schiffsmagnetismus und den Kompaß. 34.
Kimm, Hebung der — und Luftspiegelungen in der Nordsee. Frhr. v. Schrötter. 490.
Kipp-Photometer, Ein — —. W. F. Ewald. 501.
v. **Kobbe**: Angenäherte Darstellung des Hauptbogens in der Merkatorkarte. 497.
- —: Nachtrag hierzu. 551.
Köppen, W.: Die Windrichtung in 800 Drachenaufstiegen und 44 Abreißern bei Hamburg 1903 bis 1906. 49.
—, -: Graphische Psychrometertafel. 175.
Koldewey, Carl Christian †. 237.
Kompaß, Ein interessanter Fall der Einwirkung des Blitzes auf den Schiffsmagnetismus und den —. D. Kasumovic. 34.
—, Über die Methoden zur Untersuchung der Nadelsysteme von —rosen auf Freiheit von oktantalen Störungen. H. Meldau. 72.
— — — —, H. Maurer. 128.
—, Bestimmung und Kompensation von Deviationen mit dem Doppel— von Dr. Bidlingmaier. H. Maurer. 252.
—, Zur Frage der Untersuchung der Nadelsysteme von —rosen. H. Meldau. 263.
—, Beschreibung eines Drehtisches für —untersuchungen. H. Meldau. 505.
Kompensation, Bestimmung und — von Deviationen mit dem Doppelkompaß von Dr. Bidlingmaier. H. Maurer. 252.
Kontrolle, Berichtigung zu: J. Möller, Über die astronomische — der Chronometer auf See. J. Möller. 34.
Korrektion, Über eine eventuelle — der Reduktionskonstanten eines magnetischen Theodoliten. Meyermann. 36.
Krauß, J.: Die Entwicklung der drei hanseatischen Navigationsschulen. 300.
—, -: Moderne Navigation in Theorie und Praxis. 464.
Kreuzung, Ableitung der Ausdrücke für die bei — zweier Gezeitenwellen auftretenden Erscheinungen. C. Börgen. 410. 450.
Kursus in Meeresforschung zu Bergen 1908. 225.

Lehrmethode, Über die — in den geometrischen Hilfsfächern der Nautik. O. Steppes. 211.
Little Phare- (Hoyo-) Bank. Starke Stromkabbelung auf der — —. 517.
Lütgens, R.: Die Erklärung der Mistpoeffers oder Nebelknalle. 87.
—, -: Besprechung: Meereskunde, Sammlung volkstümlicher Vorträge zum Verständnis der nationalen Bedeutung von Meer und Seewesen. H. 1—8. 42.
—, -: Besprechung: Meereskunde, Sammlung volkstümlicher Vorträge zum Verständnis der nationalen Bedeutung von Meer und Seewesen. I. Jahrg. H. 9—12 u. II. Jahrg. H. 1—4. 324.
Luftspiegelung. 420.
— und Strahlenbrechung auf See. 86.
—, Hebung der Kimm und —en in der Nordsee. Frhr. v. Schrötter. 490.

Magellan-Straße, Holzfloß in der —. 322.
Magnetisch, Die Erforschung der erd—en Verhältnisse im Stillen Ozean durch die amerikanische Yacht »Galilee«. 1905 bis 1907. K. Burath. 271.
Magnetisch, Über eine eventuelle Korrektion der Reduktionskonstanten eines —en Theodoliten. Meyermann. 36.
Manöver, »Navigator«, Registrier-Apparat für Maschinen- und Ruder— auf Dampfschiffen. Caspar. 321.
Mars, S.: Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen. 353.
Maurer, H.: Über die Methoden zur Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen auf Freiheit von oktantalen Störungen. 128.
—, -: Bestimmung und Kompensation von Deviationen mit dem Doppelkompaß von Dr. Bidlingmaier. 252.
Mecking, L.: Die Strömungen in der Belle Isle-Straße. 201.
Medaille, Verleihung der Seewarten- — mit Diplom. 570.
Meere, Zur Ozeanographie der nordeuropäischen — im Anschluß an Nansens »Northern Waters«. P. Perlewitz. 147.
—**sforschung**, Kursus in — zu Bergen 1908. 225.
—**sströmungen**. Bemerkungen über die durch den Wind erzeugten —. O. E. Schiötz. 429.
— —, Einige Bemerkungen über den Einfluß der Erdrotation auf die —. H. Mohn. 447.
Meerwasser, Dynamische Versuche mit —. J. W. Sandström. 6.
—, Phosphoreszierendes —. 421.
Meinardus, W.: Zu den Beziehungen zwischen den Eisverhältnissen bei Island und der nordatlantischen Zirkulation. 318.
Meldau, H.: Über die Methoden zur Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen auf Freiheit von oktantalen Störungen. 72.
—, -: Zur Frage der Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen. 263.
—, -: Beschreibung eines Drehtisches für Kompaßuntersuchungen. 505.
—, -: Besprechung: Engel, P., Déviations des compas. 230.
—, -: Besprechung: F. Corbara: Trattato sul magnetismo delle navi in ferro e sulle bussole marine. 278.
—, -: Besprechung: A. P. W. Williamson, Magnetism, Deviations of the Compass, and Compass Adjustment for practical use and B. O. T. Exams. 374.
—, -: —: J. Vallerey: Traité élémentaire de la compensation des compas. 375.
Merkatorkarte, Angenäherte Darstellung des Hauptbogens in der —. v. Kobbe. 497. Nachtrag hierzu. 551.
Meteorologisch, Fesselballonaufstiege für —e Höhenforschung an Bord S. M. S. »Planet«. Oblt. z. S. Schlenzka. 63.
—, Über die Änderungen der —en Elemente zu Hamburg unter dem Einfluß des Mondes. J. Schneider. 66.
—, Preisausschreiben der —en Gesellschaft. 515.
Methode, Berichtigung zu dem Aufsatz: Dr. Wegemann, Eine einfache — der Gezeitenberechnung mittels der harmonischen Konstanten für den praktischen Gebrauch. G. Wegemann. 34.
—**n**, Über die — zur Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen auf Freiheit von oktantalen Störungen. H. Meldau. 72.
—, — — — H. Maurer. 128.

Meyermann, B.: Über eine eventuelle Korrektion der Reduktionskonstanten eines magnetischen Theodoliten. 36.
—, -: Neue Inklinationsbestimmungen mit dem abgeänderten Weberschen Erdinduktor zu Wilhelmshaven. 509.
Mistpoeffers, Die Erklärung der — oder Nebelknalle. R. Lütgens. 87.
Mitteleuropa, Die Beziehung zwischen den Temperaturen des Nordatlantischen Ozeans und von Nordwest- und —. L. Großmann. 333.
Mittelmeer, Starke nördliche Versetzung im —e vor Gibraltar. Frhr. v. Schrötter. 516.
Möller, J.: Berichtigung zu: J. Möller, Über die astronomische Kontrolle der Chronometer auf See. 34.
—, -: Über die Verwendung von Sterndistanzen zur Bestimmung der Sextantenfehler auf See. 75.
Mörsel, Ferdinand H. †. 420.
Mohn, H.: Einige Bemerkungen über den Einfluß der Erdrotation auf die Meeresströmungen. 447.
Monatskarten für den Indischen Ozean. Die Deutsche Seewarte. 285.
Mond, Über die Änderungen der meteorologischen Elemente zu Hamburg unter dem Einfluß des —es. J. Schneider. 66.

Nadelsystem, Über die Methoden zur Untersuchung der —e von Kompaßrosen auf Freiheit von oktantalen Störungen. M. Meldau. 72.
— — — — H. Maurer. 128.
—, Zur Frage der Untersuchung der —e von Kompaßrosen. H. Meldau. 263.
Nautik, Über die Lehrmethode in den geometrischen Hilfsfächern der —. O. Steppes. 211.
—, Moderne — in Theorie und Praxis. J. Krauß. 464.
»Navigator«, Registrier-Apparat für Maschinen- und Rudermanöver auf Dampfschiffen. Caspar. 321.
Nebel, Echo bei —. 41.
— und unsichtiges Wetter bei Kap Guardafui. E. Knipping. 250.
—knalle, Die Erklärung der Mistpoeffers oder —. R. Lütgens. 87.
—signale, Hörweite von —n (Kanonenschüssen). 39.
—, Unzuverlässigkeit gewöhnlicher akustischer —. 180.
Nördliche Meere, Die Eisverhältnisse der —n — im Jahre 1907. W. Brennecke. 178.
Nordatlantisch, Zu den Beziehungen zwischen den Eisverhältnissen bei Island und der —en Zirkulation. W. Meinardus. 318.
—er Ozean, Die Beziehung zwischen den Temperaturen des —n —s und von Nordwest- und Mitteleuropa. L. Großmann. 333.
Nordeuropäische Meere, Zur Ozeanographie der —n — im Anschluß an Nansens »Northern Waters«. P. Perlewitz. 147.
Nordlicht am 26. u. 27. März 1908 auf dem Atlantischen Ozean in 40° N-Br., 64° u. 50° W-Lg. O. Hennig. 276.
Nordsee, Hebung der Kimm und Luftspiegelungen in der —. Frhr. v. Schrötter. 490.
Nordwesteuropa, Die Beziehung zwischen den Temperaturen des Nordatlantischen Ozeans und von — und Mitteleuropa. L. Großmann. 333.

Oktantale Störung, Über die Methoden zur Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen auf Freiheit von —n —en. H. Meldau. 72.
— — — —. H. Maurer. 128.
Orkan, Der Batticaloa- — vom 9. März 1907. 83.
—, Ein — in 40° S-Br., 42° O-Lg. 181.
—, im Arabischen Meer vom 23. Oktober bis 3. November 1906. G. Tietz. 156.
—, Berichtigung hierzu. 225.
— bei Kap St. Lukas im Nördlichen Stillen Ozean am 14. Oktober 1907. 517.
Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen. Raydt. 163. Bemerkungen hierzu. 419.
— — — —. S. Mars. 353.
Ostende, Stündliche Änderungen der hydrographischen und biologischen Verhältnisse auf der Reede von —. W. Brennecke. 116.
Ostsee, Die Eisverhältnisse des Winters 1907/08 in den außerdeutschen Gewässern der — sowie an der holländischen Küste. Die Deutsche Seewarte. 388.
Ozean siehe Atlantischer, Indischer u. Stiller Ozean.
Ozeanographie, Zur — der nordeuropäischen Meere im Anschluß an Nansens »Northern Waters«. P. Perlewitz. 147.
—, Siehe auch Hydrographie.
Ozeanographische Versuche und Beobachtungen an Bord S. M. S. »Möwe« und S. M. S. »Zieten« im Sommer 1907. P. Perlewitz. 1.
—, Eine — Forschungsreise. G. Schott. 419.
— Arbeiten S. M. S. »Planet« im Bismarck-Archipel 1907. 477.

Paulus, A., Die Reisen deutscher Segelschiffe in den Jahren 1893 bis 1904 und ihre mittlere Dauer. 23.
Perlewitz, P., Ozeanographische Versuche und Beobachtungen und an Bord S. M. S. »Möwe« und »Zieten« im Sommer 1907. 1.
—, Zur Ozeanographie der nordeuropäischen Meere im Anschluß an Nansens »Northern Waters«. 147.
Persischer Golf, Der Salzgehalt des —n —es und der angrenzenden Gewässer. G. Schott. 296.
Phänologisch, Die Witterung und —en Erscheinungen zu Tsingtau in dem Jahre vom Dezember 1906 bis November 1907. 97.
Phosphoreszierendes Meerwasser. 421.
Photographie, Die — im Dienste der Schiffahrt. Frhr. v. Schrötter. 308.
Photometer, Über ein Wasser—. W. F. Ewald. 125.
—, Ein Kipp—. W. F. Ewald. 501.
Physikalisch, Die Bedeutung einer internationalen Erforschung des Atlantischen Ozeans in —er und biologischer Hinsicht. G. Schott. 406.
Prager, M., Über Schnittpunkte auf Segelschiffsreisen vom Nordatlantischen zum Südatlantischen Ozean. 30.
—, Ein Vergleich zwischen dem Fünfmastvollschiff »Preußen« und der Fünfmastbark »Potosi« auf den Reisen nach der Westküste Südamerikas und zurück. 484.
Praxis, Moderne Nautik in Theorie und —. J. Krauß. 464.
Preisausschreiben der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. 515.
Psychrometertafel, Graphische —. W. Köppen. 175.

Ravdt, Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen. 163.
—, Bemerkung hierzu. 419.
Reduktionskonstante, Über eine eventuelle Korrektion der —n eines magnetischen Theodoliten. Meyermann. 36.
Registrier-Apparat, »Navigator« für Maschinen- und Rudermanöver auf Dampfschiffen. Caspar. 321.
Registrierung, Über einen neuen Apparat für die — der Windgeschwindigkeit (Normalanemograph). O. Steffens. 513.
Reise, Die —n deutscher Segelschiffe in den Jahren 1893—1904 und ihre mittlere Dauer. A. Paulus. 23.
— von Swakopmund nach Durban, Beira und Madagaskar, zurück nach Port Elisabeth und weiter. 225.
—, Ein Vergleich zwischen dem Fünfmastvollschiff »Preußen« und der Fünfmastbark »Potosi« auf den — nach der Westküste Südamerikas und zurück. M. Prager. 484.
—n vom Englischen Kanal um Kap Horn. Die Deutsche Seewarte. 525.
—. Siehe auch Dampferfahrt.

Reiseberichte, Aus den —n von Schiffen der Kaiserlichen Marine und der Handelsmarine.

a. Aus den Reiseberichten S. M. Schiffe:

»Bremen«, Komdt. Kapt. z. S. Alberts. Eisberge auf der Höhe von Labrador. 133.
»Möwe«, Komdt. Kaptlt. Nippe: Ozeanographische Versuche und Beobachtungen im Sommer 1907. (P. Perlewitz). 1.
»Planet«, Komdt. Kaptlt. Kurtz. Fesselballonaufstiege für meteorologische Höhenforschung (Oblt. z. S. Schlenzka). 63.
—, — — —. Ozeanographische Arbeiten im Bismarck-Archipel 1907. 477.
»Zieten«, Komdt. K. Kapt. Schmaltz: Ozeanographische Versuche und Beobachtungen im Sommer 1907. (P. Perlewitz.) 1.
—, — — —: Hebung der Kimm und Luftspiegelungen in der Nordsee. (Frhr. v. Schrötter.) 490.

b. Aus den Berichten von Schiffen der Handelsmarine:

D. »Ambria«, Kapt. W. Schwinghammer: Echo bei Nebel. 41.
D. »America«, Kapt. W. Strunck: Unzuverlässigkeit gewöhnlicher akustischer Nebelsignale. 180.
»Anakonda«: Seebeben. 469.
D. »Arkadia«, Kapt. G. Koopmann: Starke Stromkabbelung auf der Little Phare- (Hoyo) Bank. 517.
»Artemis«, Kapt. E. v. Büschen: Orkan bei Kap St. Lukas im Nördlichen Stillen Ozean am 14. Oktober 1907. 517.
D. »Barcelona«, Kapt. A. Fey: Nordlicht am 26. u. 27. März 1908 auf dem Atlantischen Ozean in 40° N-Br., 64° u. 50° W-Lg. (O. Hennig.) 276.
—, Unterwasserschallsignal. (O. Hennig.) 324.
»Bertha«, Feuerkugel. 41.
D. »Brandenburg«, Kapt. E. Woltersdorff: Stromversetzung auf den Wegen zwischen dem Englischen Kanal u. der Ostküste von Nordamerika. 132.
D. »Bülow«, Kapt. H. Formes: Eine Sturmbahn in der Nähe der Keelings-Inseln. 85.
D. »Ella Rickmers«, Kapt. Mierschala: Luftspiegelung und Strahlenbrechung auf See. 86.
D. »C. Ferd. Laeisz«, Kapt. A. Wagner: Starke nördliche Versetzung im Mittelmeere vor Gibraltar. Frhr. v. Schrötter. 516.
»Fürst Bülow«, Kapt. Mosel: Ein Orkan in 40° S-Br., 42° O-Lg. 181.
D. »Harthor«, Kapt. T. Breckwoldt: Staubfall an der Ostküste Südamerikas. 324.
D. »Helene«, Kapt. J. Sanders: Taifun von kurzem Bestehen am 28. Mai 1906, 100 Sm südöstlich von Hongkong. 41.
»Helios«, Kapt. H. Bodmann: Luftspiegelung und Strahlenbrechung auf See. 86.
»Henriette«, Kapt. D. Dinkela: Der Taifun vom 6. bis 10. August 1905 in den japanischen Gewässern. 40.
D. »Hessen«, Kapt. C. Mundt: Eine Dampferfahrt durch die Torres-Straße nach Townsville. 37.
D. »Rance«, Kapt. B. Peters: Wasserhose. 182.
D. »König«, Kapt. Pohlenz: Reise von Swakopmund nach Durban, Beira und Madagaskar, zurück nach Port Elisabeth und weiter. 225.
D. »Kronprinzessin Cecilie«, Kapt. Högemann: Erfahrungen mit Unterwasser-Glockensignalen. 228.
D. »Laeisz«, Kapt. Hillmann: Der Batticaloa-Orkan vom 9. März 1907. 83.
D. »Linden«, Kapt. H. Schmidt: Südlicht. 374.
D. »Manapouri«: Seebeben und neuentstandene Inseln im Tonga-Archipel. 39.
D. »Pentaur«, Kapt. M. Vierth: Seebeben. 38.
»Persimmon«, Kapt. H. Horn: Seebeben. 566.
»Potosi«, Ein Vergleich zwischen dem Fünfmastvollschiff »Preußen« und der Fünfmastbark — auf den Reisen nach der Westküste Südamerikas und zurück. M. Prager. 484.
»Preußen«, Ein Vergleich zwischen dem Fünfmastvollschiff — und der Fünfmastbark »Potosi« auf den Reisen nach der Westküste Südamerikas und zurück. M. Prager. 484.
»Prinzeß Alice«, Über die vorigjährige Forschungsreise der —. 373.
D. »Prinzregent Luitpold«, Kapt. H. Kirchner: Hörweite von Nebelsignalen (Kanonenschüssen.) 39.
»Prompt«, Kapt. R. Miethe: Eine Durchsegelung der Straße Le Maire im Januar 1906. 39.
D. »Rendsburg«, Kapt. Berg: Blitzschlag in das Schiff und dadurch veränderte Deviation. 85.
»Schürbek«: Seebeben. 469.
D. »Soneck«, Kapt. A. Schwarz: Luftspiegelung. 420.
D. »Spezia«, Kapt. J. Ehlers: Der Taifun vom 6. bis 10. August 1905 in den japanischen Gewässern. 40.
D. »Thuringia«, Seebeben. 469.
D. »Utgard«, Kapt. E. Wurthmann: Holzfloß in der Magellan-Straße. 322.
»Wega«, Kapt. Fr. Maas: Südlicht im Stillen Ozean. 87.

Rettungsgeschosse auf See. 181.
Rottok: Chronometer-Beförderungsversuche über Land. 168.

Russisch, Die —en hydrographischen Arbeiten im Stillen Ozean 1898 bis 1904. Nach dem Bericht des Oberst M. Schdanko. J. Herrmann. 124.

Sandström, D. W.: Dynamische Versuche mit Meerwasser. 6.
Salzgehalt, Der — des Persischen Golfes und der angrenzenden Gewässer. G. Schott. 296.
Schdanko, M.: Die russischen hydrographischen Arbeiten im Stillen Ozean 1898 bis 1904. Nach dem Bericht des Oberst —. J. Herrmann. 124.
Schiffsmagnetismus, Ein interessanter Fall der Einwirkung des Blitzes auf den — und den Kompaß. D. Kasumovic. 34.
Schiötz, O. E.: Bemerkungen über die durch den Wind erzeugten Meeresströmungen. 429.
—, -: Bemerkungen zu dem Aufsatze von V. W. Ekman: Zur Frage von der Ablenkung der Triftströmungen. 550.
Schlenzka: Fesselballonaufstiege für meteorologische Höhenforschung an Bord S. M. S. »Planet«. 63.
Schneider, J.: Über die Änderungen der meteorologischen Elemente zu Hamburg unter dem Einfluß des Mondes. 66.
Schnittpunkte, Über — auf Segelschiffsreisen vom Nordatlantischen zum Südatlantischen Ozean. M. Prager. 30.
Schott, G.: Die Wärmeverhältnisse auf dem Dampferwege zwischen der Deutschen Bucht und New York, dargestellt in Isoplethen-Diagrammen. 110. Bemerkungen hierzu. 177.
—, -: Der Salzgehalt des Persischen Golfes und der angrenzenden Gewässer. 296.
—, -: Die Bedeutung einer internationalen Erforschung des Atlantischen Ozeans in physikalischer und biologischer Hinsicht. 406.
—, -: Eine ozeanographische Forschungsreise. 419.
Schoy, C.: Die Douwes'sche Aufgabe in geometrischer Behandlung. 558.
v. Schrötter, Frhr.: Die Photographie im Dienste der Schiffahrt. 308.
- —, -: Hebung der Kimm und Luftspiegelungen in der Nordsee. 490.
- —, -: Starke nördliche Versetzung im Mittelmeere vor Gibraltar. 516.
Schwefelhaltige Eruptionen auf See. 180.
Schwingungsbeobachtungen mit der Horizontalnadel auf See. Fr. Bidlingmaier. 461.
Seebeben, 38, 469, 566.
— und neuentstandene Inseln im Tonga-Archipel. 39.
Seekarten, Das erste Auftreten von Tiefenzahlen in alten —. W. Behrmann. 275.
Seewarte, Die Deutsche: Die Witterung an der deutschen Küste siehe Witterung.
—, —: Kurze Anweisung für Segelschiffsreisen zwischen Australien und den Westküsten Amerikas. 141.
—, —: Monatskarten für den Indischen Ozean. 285.
—, —: Die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten im Winter 1907/08. 288.
—, —: Bericht über die einunddreißigste auf der — — abgehaltene Wettbewerb-Prüfung von Marine-Chronometern (Winter 1907/08). 381.
—, —: Die Eisverhältnisse des Winters 1907/08 in den außerdeutschen Gewässern der Ostsee, sowie an der holländischen Küste. 388.
—, —: Vom Englischen Kanal um Kap Horn. 525.
—, —: Flaschenposten. 562.
Seewarten-Medaille. Verleihung der — mit Diplom. 570.
Segelschiffe, Die Reisen deutscher — in den Jahren 1893 bis 1904 und ihre mittlere Dauer. A. Paulus. 23.
Segelschiffsreise, Kurze Anweisung für —n zwischen Australien und den Westküsten Amerikas. 141.
—n, Über Schnittpunkte auf — vom Nordatlantischen zum Südatlantischen Ozean. M. Prager. 30.
Sekundär, Über —e Gezeitenwellen. Wegemann. 532.
Sextantenfehler, Über die Verwendung von Sterndistanzen zur Bestimmung der — auf See. J. Möller. 75.
Signal, Welt-Zeit- —. 229.
—, Beobachtungen mit Unterwasserglocken—en. 132.
—, Erfahrungen mit Unterwasserglocken—en. 228.
—, Neue Sturmwarnungs—e in Japan. 317.
—, Unterwasserschall—e. 324.
—, Beobachtungen von Unterwasserglocken—en. 469.
—, Hörweite von Nebel—en (Kanonenschüsse). 39.
—, Unzuverlässigkeit gewöhnlicher akustischer Nebel—e. 180.
Sonnenfinsternis, Hilfsgrößen für die Berechnung der im Jahre 1909 stattfindenden —e und Sternbedeckungen. C. Stechert. 218.
Standlinie, Ortsbestimmung auf See durch —n unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen. Raydt. 163.
— Bemerkung hierzu. 419.
—, — — —. S. Mars. 353.
Straße Le Maire, Eine Durchsegelung der — von der Hamburger Bark »Prompt«, Kapt. R. Miethe, im Januar 1906. 39.
Staubfall an der Ostküste Südamerikas. 324.
Stechert, C.: Hilfsgrößen für die Berechnung der im Jahre 1909 stattfindenden Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen. 218.
Steffens, O.: Ein neuer Windrichtungs-Autograph. 208.
—, -: Über einen neuen Apparat für die Registrierung der Windgeschwindigkeit. (Normalanemograph.) 513.
Steppes, O.: Über die Lehrmethode in den geometrischen Hilfsfächern der Nautik. 211
Sternbedeckung, Hilfsgrößen für die Berechnung der im Jahre 1909 stattfindenden Sonnenfinsternisse und —en. C. Stechert. 218.
Sterndistanzen, Über die Verwendung von — zur Bestimmung der Sextantenfehler auf See. J. Möller. 75.
Stiller Ozean. Südlicht im —n —. 87.
— —, Die russischen hydrographischen Arbeiten im —en —. 1898 bis 1904. Nach dem Bericht des Oberst Schdanko. J. Herrmann. 124.
— —, Die Erforschung der erdmagnetischen Verhältnisse im —n — durch die amerikanische Yacht »Galilee«. 1905 bis 1907. K. Burath. 271.
— —, Orkan bei Kap St. Lukas im Nördlichen —n — am 14. Oktober 1907. 517.
Störungen, Über die Methoden zur Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen auf Freiheit von oktantalen —. H. Meldau. 72.
— — — —. H. Maurer. 128.
Strahlenbrechung, Luftspiegelung und — auf See. 86.
Strömung, Die —en in der Belle Isle-Straße. L. Mecking. 201.
—, Höhe, Richtung und Geschwindigkeit der —en im Suezkanal. 349.

Strömungen, Bemerkungen über die durch den Wind erzeugten Meeres—. O. E. Schiötz. 429.
—, Einige Bemerkungen über den Einfluß der Erdrotation auf die Meeres—. H. Mohn. 447.
—, Zur Frage der Ablenkung der Trift—. V. W. Ekman. 481.
—, Bemerkung hierzu. O. E. Schiötz. 550.
Stromkabbelung, Starke — auf der Little Phare- (Hoyo-) Bank. 517.
Stromversetzungen des Dampfers »Brandenburg«. Kapt. E. Woltersdorff, auf den Wegen zwischen dem Englischen Kanal und der Ostküste von Nordamerika. 132.
Stürmisch, Die —en Winde an der deutschen Küste vom 1. bis 12. Januar 1908. Großmann. 189.
Stundenwinkelformel, Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der — und der Breitentabellen. Raydt. 163.
—, Bemerkung hierzu. 419.
— — —. S. Mars. 353.
Sturm siehe auch Orkan, Taifun.
—bahn, Eine — in der Nähe der Keelings-Inseln. 85.
—warnungssignal. Neue —e in Japan. 317.
Südamerika, Staubfall an der Ostküste —s. 324.
Südlicht. 374.
— im Stillen Ozean. 87.
Suezkanal, Höhe, Richtung und Geschwindigkeit der Strömungen im —. 349.
Sundastraße. Dampferwege von Durban nach der —. 529.

Tafeln, Die vom Reichs-Marine-Amt herausgegebenen Gezeiten — in ihrer neuen Form. Capelle. 242.
Taifun, Der — vom 6. bis 10. August 1905 in den japanischen Gewässern. 40.
— von kurzem Bestehen am 28. Mai 1906 100 Sm südöstlich von Hongkong. 41.
Temperatur, Die Beziehung zwischen den —en des Nordatlantischen Ozeans und von Nordwest- und Mitteleuropa. L. Großmann. 333.
Theorie, Moderne Nautik in — und Praxis. I. Krauß. 464.
Tiefenzahlen, Das erste Auftreten von — in alten Seekarten. W. Behrmann. 275.
Tietz, G.: Orkan im Arabischen Meer vom 23. Oktober bis 3. November 1906. 156.
—, —: Berichtigung hierzu. 225.
—, —: Unterseeische Fahrwasserbeleuchtung. 373.
Torres-Straße, Eine Dampferfahrt durch die — nach Townsville. 37.
Triftströmungen, Zur Frage der Ablenkung der —. V. W. Ekman. 481.
—, Bemerkungen zu dem Aufsatze von V. W. Ekman: »Zur Frage von der Ablenkung der —«. O. E. Schiötz. 550.
Tsingtau, Die Witterung und phänologischen Erscheinungen zu — in dem Jahre vom Dezember 1906 bis November 1907. 97.

Unsichtig, Nebel und —es Wetter bei Kap Guardafui. E. Knipping. 250.
Unterseeische Fahrwasserbeleuchtung. G. Tietz. 373.
Untersuchung, Über die Methoden zur — der Nadelsysteme von Kompaßrosen auf Freiheit von oktantalen Störungen. H. Meldau. 72.
— — — —. H. Maurer. 128.
Untersuchung, Zur Frage der — der Nadelsysteme von Kompaßrosen. H. Meldau. 263.
Unterwasserglockensignale. Beobachtungen mit —n. 132.
—, Erfahrungen mit —n. 228.
—, Beobachtungen von —n. 469.
Unterwasserschallsignal. 324.
Unzuverlässigkeit gewöhnlicher akustischer Nebelsignale. 180.

Vergleich. Ein Vergleich zwischen dem Fünfmastvollschiff »Preußen« und der Fünfmastbark »Potosi« auf den Reisen nach der Westküste Südamerikas und zurück. M. Prager. 484.
Verleihung d. Seewarten-Medaille mit Diplom. 570.
Veröffentlichungen, Neuere:
A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.
Amundsen, R.: Die Nordwest-Passage. Besproch. v. W. Brennecke. 133.
De Azevedo Coutinho, V. H.: Apontamentos para un curso elementar de hydrographia. 42.
Ball, Fr. M. A.: Altitude tables. 89.
Bolte, Nautische Bibliothek, Bd. 1—3. 90.
Bossen, P. und Mars, D.: Plaatsbepaling op Zee. 183.
Corbara, F.: Trattato sul magnetismo delle navi in ferro e sulle bussole marine. Besproch. v. Meldau. 278.
Engel, P.: Déviations des compas. Besproch. v. Meldau. 230.
Friederici, G.: Die Schiffahrt der Indianer. Besproch. v. P. Hambruch. 42.
Geikie, A.: Kurzes Lehrbuch der physikalischen Geographie. 518.
Jahrbuch f. d. Gewässerkunde Norddeutschlands. Hrsgegeb. v. d. Preuß. Landesanstalt f. Gewässerkunde. Besondere Mitteilungen, Bd. 1. Besprochen von W. Brennecke. 566.
Kgl. Preuß. Meteorol. Institut: Aspirationspsychrometer-Tafeln. Besprochen v. E. Aselmann. 327.
Klein, H. J.: Wettervorhersage für jedermann. Besproch. v. W. Brennecke. 278.
Lamb, H.: Lehrbuch der Hydrodynamik. Besproch. von v. Hasenkamp. 469.
Lecky, S. T. S.: Wrinkles in practical navigation. 277.
Meereskunde, Sammlung volkstümlicher Vorträge zum Verständnis der nationalen Bedeutung von Meer und Seewesen. Besproch. v. R. Lütgens. I. Jahrg. H. 1—8 S. 42; I. Jahrg. H. 9—12 u. II. Jahrg. H. 1 bis 4, S. 324.
Merz, A.: Beiträge zur Klimatologie und Hydrographie Mittelamerikas. 230.
Reichs-Marine-Amt. Segelhandbuch für Ceylon und die Malakkastraße. 88.
— — —: Segelhandbuch für das Mittelmeer VI. Teil (Adriatisches Meer). 374.
— — —: Segelhandbuch f. d. Ostindischen Archipel. I. Teil. 518.
— — —: Segelhandbuch f. d. Südchinesische Meer. 518.
Scobel, A.: Geographisches Handbuch. Besproch. v. W. Brennecke. 422.
Stupar, A.: Lehrbuch der Astronomischen Navigation. 421.
Vallerey, J.: Traité élémentaire de la compensation des compas. Besproch. v. Meldau. 375.

Williamson, A. P.: Magnetism, Deviation of the Compass, and Compass Adjustment for practical use and B. O. T. Exams. Besproch. v. Meldau. 374.

B. Titel und Überschriftenverzeichnis: 43, 90, 134, 183, 231, 279, 326, 375, 422, 471, 519 u. 567.

Versetzung, Starke nördliche — im Mittelmeere vor Gibraltar. Frhr. v. Schrötter. 516.
Versuche, Ozeanographische — und Beobachtungen an Bord S. M. S. »Möwe« und S. M. S. »Zieten« im Sommer 1907. P. Perlewitz. 1.
—, Dynamische — mit Meerwasser. J. W. Sandström. 6.
Verwendung. Über die — von Sterndistanzen zur Bestimmung der Sextantenfehler auf See. J. Möller. 75.

Wärmeverhältnis, Die —e auf dem Dampferwege zwischen der Deutschen Bucht und New York, dargestellt in Isoplethen-Diagrammen. G. Schott. 110. Bemerkung hierzu. 177.
Wasserhose. 182.
Wasserphotometer, Über ein —. W. F. Ewald. 125.
Wedemeyer, A.: Gestirnshöhen ohne Horizont. 179.
Wegemann, G.: Berichtigung zu dem Aufsatz: Dr. Wegemann, Eine einfache Methode der Gezeitenberechnung mittels des harmonischen Konstanten für den praktischen Gebrauch. 34.
—, -: Über sekundäre Gezeitenwellen. 532.
Wettbewerb-Prüfung, Bericht über die einunddreißigste, auf der Deutschen Seewarte abgehaltene — — von Marine-Chronometern. (Winter 1907—1908). 381.

Wilhelmshaven. Neue Inklinationsbestimmungen mit dem abgeänderten Weberschen Erdinduktor zu —. B. Meyermann. 509.
Wind, Bemerkungen über die durch den — erzeugten Meeresströmungen. O. E. Schiötz. 429.
—, Die stürmischen —e an der deutschen Küste vom 1. bis 12. Januar 1908. Grossmann. 189.
—geschwindigkeit. Über einen neuen Apparat für die Registrierung der — (Normalanemograph). O. Steffens. 513.
—richtung, Die — in 800 Drachenaufstiegen und 44 »Abreißern« bei Hamburg 1903—1906. W. Köppen. 49.
—richtungs-Autograph. Ein neuer — —. O. Steffens. 208.
Witterung, Die — an der deutschen Küste im November 1907. 46. — im Dezember, 94. — im Januar 1908. 138. — im Februar, 186. — im März, 234. — im April, 282. — im Mai, 333. — im Juni, 378. — im Juli, 426. — im August, 475. — im September, 522. — im Oktober, 571.
—, Die — und phänologischen Erscheinungen zu Tsingtau in dem Jahre vom Dezember 1906 bis November 1907. 97.
Witting, Rolf —: Beiträge zur Hydrographie des Bottnischen Meerbusens. W. Brennecke. 541.

Zeitsignal, Welt-—. 229.
Zirkulation, Zu den Beziehungen zwischen den Eisverhältnissen bei Island und der nordatlantischen —. W. Meinardus. 318.

Tafeln und Beilagen.

a. Tafeln.

1. 2. Segelschiffsreisen. Linien gleicher mittlerer Reisedauer von und nach Lizard (Ausreisen und Heimreisen) in Tagen, nach den Reisen der Jahre 1893—1904.
3. Isoplethendiagramm der Wassertemperatur
4. » der Lufttemperatur
5. » der Differenzen Luft- minus Wassertemperatur
(3.–5.: auf den vereinbarten nördlichen Dampferwegen zwischen der Deutschen Bucht und New York.)
6. Analyse zweier aufeinanderfolgenden Gezeiten auf der Reede von Ostende.
7. Der Orkan im Arabischen Meere vom 23. Oktober bis 3. November 1906.
8. Die stürmischen Winde an der deutschen Küste vom 6. bis 12. Januar 1908.
9. Die Strömungen in der Belle Isle-Straße.
10. Nebel und unsichtiges Wetter bei Kap Guardafui. Prozentische Häufigkeit.
11. Nordlicht am 26. und 27. März 1908 auf dem Atlantischen Ozean. O. Hennig. D. »Barcelona.
12. Temperaturverlauf im Winter 1907/08, ausgedrückt in Pentadenmittel.
13. Salzgehalt des Oberflächenwassers im Persischen Golf und an der Arabischen Südküste.
14. Registrierungen der Maschinen- und Rudermanöver durch den »Navigator«.
15. Verlauf der Meeresoberflächen-Temperatur. Monatliche Abweichungen von den Normalwerten.
16. Zu L. Grossmann: Die Beziehungen zwischen den Temperaturen des Nordatlantischen Ozeans und von Nordwest- und Mitteleuropa.
16.*) Angenäherte Darstellung des Hauptbogens in der Merkatorkarte. Von v. Kobbe.
17. Drehtisch für Kompaßuntersuchungen. Von H. Meldau.
18. Nachtrag zu v. Kobbe: Angenäherte Darstellung des Hauptbogens in der Merkatorkarte.
19. Die Douwes'sche Aufgabe in geometrischer Behandlung. Von C. Schoy.

*) Infolge eines Versehens ist die Tafelnummer 16 zweimal angewendet worden.

b. Beilagen zu »Ann. d. Hydr. usw.« 1908.

Zu Heft IV: Dreißigster Jahresbericht über die Tätigkeit der Deutschen Seewarte für das Jahr 1907.

Berichtigung. In das Inhalts-Verzeichnis 1907, XXXV. Jahrgang, ist nachzutragen:
Über die astronomische Kontrolle der Chronometer auf See. Von Joh. Möller. 557.

Ozeanographische Versuche und Beobachtungen an Bord S. M. S. „Möwe" und S. M. S. „Zieten" im Sommer 1907.

In amtlichem Auftrage

von Dr. P. Perlewitz, Hilfsarbeiter bei der Deutschen Seewarte.

An der internationalen Erforschung der höheren Luftschichten über dem Meere im Juli 1907, zu der verschiedene europäische Staaten, wie Deutschland, Frankreich, Rußland, Italien und Monaco, Schiffe nach dem Atlantischen Ozean, dem Mittelländischen Meer und dem nördlichen Eismeer entsandten, beteiligte sich auch die deutsche Marine mit ihrem neuen Vermessungsschiff »Möwe«, Kommandant Kaptlt. Nippe, indem sie in den nordeuropäischen Gewässern Ballon- und Drachenaufstiege von Bord aus machen ließ. Diese Ergebnisse werden von der internationalen Kommission in Straßburg später im Zusammenhang veröffentlicht werden. Außerdem sollten während der Fahrt an Bord S. M. S. »Möwe« die ozeanographischen Maschinen und Instrumente erprobt werden, mit denen das Schiff für eine spätere Ausreise nach der Südsee ausgerüstet ist. Die Maschinen, eine der Sigsbee-Lotmaschine ähnliche und eine ozeanographische Heißtrommel, die von einer gemeinsamen Dampfmaschine angetrieben werden, sind nach den Plänen der Deutschen Seewarte neu gebaut worden; sie haben sich bei den Versuchen auf dieser Fahrt befriedigend bewährt, nur ist eine kleine Änderung, um die Einholgeschwindigkeit mehr variieren und verringern zu können, vorgesehen. Wenn dies geschehen sein wird und nochmals praktische Erprobungen stattgefunden haben werden, soll diese ozeanographische Maschinenanlage S. M. S. »Möwe« näher beschrieben werden.

Für die Durchführung der aerologischen und ozeanographischen Aufgaben war der Verfasser dieser Zeilen an Bord S. M. S. »Möwe« kommandiert; auch Oberleutnant Schweppe, der seinerzeit auf S. M. S. »Planet« die Drachen- und Ballonaufstiege geleitet hat, war ebenfalls eingeschifft.

Da die Zeit an Bord vollkommen durch diese Aufgaben in Anspruch genommen war und auch keine Zeit zu Umwegen nach interessanteren Meeresgebieten bereitgestellt werden konnte, so war es nicht möglich, noch irgendwelches ozeanographische Beobachtungsmaterial während der Reise zu sammeln; immerhin gelang es dank dem Entgegenkommen des Kommandos, soviel Zeit zu erübrigen, daß einige kleine instrumentelle Versuche und Beobachtungen angestellt wurden, die, obwohl sie hier nicht zum erstenmal gemacht sind, doch allgemeinerem Interesse begegnen dürften.

1. Doppel-Umkippthermometer als Meeres-Tiefenmesser.

In einem kleinen, aber wichtigen Aufsatz »Umkippthermometer als Tiefenmesser« hat Dr. Ruppin in den »Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere, Kiel 1906, Nr. 5« einige von ihm an Bord des deutschen Forschungsdampfers »Poseidon« angestellte Versuche beschrieben, bei denen er das Umkehrthermometer zur Tiefenbestimmung benutzt. Diese Versuche sind nun auf der obengenannten Fahrt mit Umkippthermometern, die die Seewarte für diese Zwecke hat besonders herstellen lassen, wieder aufgenommen und etwas erweitert worden, indem damit Tiefenbestimmungen bis über 1000 m Tiefe gemacht worden sind, während Dr. Ruppin Messungen nur bis annähernd 100 m Tiefe ausgeführt hat.

Ein rechteckiger Metallrahmen, dessen inneres, die Thermometer aufnehmendes Gestell durch ein Fallgewicht zum Umkippen um 180° gebracht werden kann, wurde mit zwei Richterschen Umkippthermometern in die Tiefe gelassen. Das eine der beiden ist ein gewöhnliches Tiefenkippthermometer, das durch ein umhüllendes Glasrohr gegen jede äußere Druckwirkung, also in diesem Fall gegen den Druck der darüber lagernden Wassersäule, vollkommen geschützt ist und somit die Temperatur in der Tiefe unabhängig von diesem Druck anzeigt. Das

zweite Thermometer ist nicht in dieser Weise gegen Druckeinflüsse geschützt; es ist zwar ein Umhüllungsrohr vorhanden, doch hat dies Löcher an den Seiten, so daß das Wasser eindringen kann und den Druck auf das Thermometergefäß selbst überträgt, das infolge der Zusammendrückbarkeit des Glases — der Glaskugel und des Fadenrohrs — einen höheren Stand anzeigen wird, als der richtigen am ersten Thermometer angezeigten Temperatur entspricht.

Vier Versuche wurden mit zwei verschiedenen ungeschützten Thermometern angestellt, die vorher durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt auf Druck bis 150 Atmosphären geprüft waren; hiernach entspricht einer Druckänderung von 100 kg pro qcm eine Standänderung von 11.27° C. bei dem Thermometer Nr. 31 166 (10.75° C. bei Nr. 31 165 und 10.68° C. bei Nr. 31 164). Nun wird 1 kg Druck auf 1 qcm Fläche durch eine Wassersäule von 10 m Höhe und 0° C. — oder durch eine Säule Quecksilber von 735.5 mm Höhe (735.5 mm · 13.596 = 10.00 m) — ausgeübt. Von Seewasser vom mittleren spezifischen Gewicht 1.028 geben schon 1 : 1.028 = 9.728 m Wasserhöhe denselben Druck. Lassen wir also die zwei Thermometer bis zu dieser Tiefe — 9.7 m — herab, so wird das Thermometer mit offenem Schutzrohr daselbst 0.1° C. (0.1127° C.) höher stehen als das geschützte Thermometer, und beim Umkippen wird ein um soviel längerer Faden abreißen. Aus der abgelesenen Differenz der Thermometer können wir dann auf die Tiefe schließen, in der das Umkippen und Abreißen stattfand. Die erste Tabelle gibt uns die Abhängigkeit zwischen Temperaturdifferenz und Tiefe nach den Druckeichungen der Reichsanstalt für die drei für die Seewarte hergestellten Thermometer und für verschiedene spezifische Gewichte der Wassersäulen.

Tabelle I. **Doppel-Umkehrthermometer als Meeres-Tiefenmesser.**

Ungeschütztes Thermometer minus Geschütztes Thermometer °C.	Tiefe in m in Süßwasser $\sigma_0 = 1.000$ Nr. 31 165	Korrektionen der Tiefe in m für Salzwasser $\sigma_0 =$ für Nr. 31 165[1]								Tiefe in m in Süßwasser $\sigma_0 = 1.000$ *Nr. 31 164*	Tiefe in m in Süßwasser $\sigma_0 = 1.000$ **Nr. 31 166**
		1.004	1.008	1.012	1.016	1.020	1.024	1.028	1.032		
0.05	5	−0	−0	−0	−0	−0	−0	−0	−0	*5*	**4**
0.1	9	−0	−0	−0	−0	−0	−0	−0	−0	*9*	**9**
2	19	−0	−0	−0	−0	−0	−0	−0	−1	*19*	**18**
3	28	−0	−0	−0	−0	−1	−1	−1	−1	*28*	**27**
4	37	−0	−0	−0	−1	−1	−1	−1	−1	*37*	**36**
5	46	−0	−0	−0	−1	−1	−1	−1	−1	*47*	**44**
6	56	−0	−0	−1	−1	−1	−1	−2	−2	*56*	**53**
7	65	−0	−0	−1	−1	−1	−2	−2	−2	*66*	**62**
8	75	−0	−1	−1	−1	−2	−2	−2	−2	*75*	**71**
0.9	84	−0	−1	−1	−1	−2	−2	−2	−3	*84*	**80**
1.0	93	−0	−1	−1	−2	−2	−2	−2	−3	*94*	**89**
2.0	186	−1	−2	−2	−3	−4	−4	−5	−6	*187*	**178**
3.0	279	−1	−2	−3	−4	−6	−6	−8	−9	*281*	**266**
4.0	372	−1	−3	−4	−6	−7	−9	−10	−12	*374*	**355**
5.0	465	−2	−4	−5	−7	−9	−11	−13	−14	*468*	**444**
6.0	558	−2	−4	−6	−9	−11	−13	−15	−17	*562*	**532**
7.0	651	−2	−5	−8	−10	−13	−15	−18	−20	*655*	**621**
8.0	748	−3	−6	−9	−12	−15	−17	−20	−23	*749*	**710**
9.0	837	−3	−7	−10	−13	−16	−20	−23	−26	*843*	**799**
10.0	930	−4	−7	−11	−15	−18	−22	−25	−29	*936*	**887**
11.0	1023	−4	−8	−12	−16	−20	−24	−28	−32	*1030*	**976**
12.0	1116	−4	−9	−13	−18	−22	−26	−30	−35	*1124*	**1085**
13.0	1209	−5	−10	−14	−19	−24	−28	−33	−37	*1217*	**1154**
14.0	1302	−5	−10	−15	−20	−26	−30	−35	−40	*1311*	**1242**
15.0	1395	−5	−11	−16	−22	−27	−33	−38	−43	*1404*	**1331**

[1]) Bei Benutzung der Thermometer Nr. 31 164 u. 31 166 in Seewasser weichen die anzubringenden Korrektionen von den für Nr. 31 165 berechneten im Höchstbetrage um 2 m ab, so daß von ihrer gesonderten Berücksichtigung abgesehen werden kann.

Digitized by Google

Die Ergebnisse der Versuche sind in der zweiten Tabelle zusammengestellt. Hierin bezeichnet h die ausgelassene Drahtlänge, d. h. die am Zählwerk abgelesene Tiefe, bis zu der die Thermometer herabgelassen wurden. t bedeutet die Temperatur in der Tiefe, d. h. die am geschützten Thermometer abgelesene, nach Vergleich mit dem Fadenthermometer korrigierte Zahl, während t′ die korrigierte Ablesung am ungeschützten Thermometer ist; als Korrektion kann hier der gleiche Betrag wie beim ersten Thermometer genommen werden, wenn die Ablesungen der beiden Thermometer — mit ihren Fadenthermometern — gleichzeitig geschehen, wie es bei diesen Versuchen stets der Fall sein wird. d ist die Differenz t′—t und h′ die aus d nach der Tabelle I gefundene Wassertiefe. Ohne Benutzung der Tabelle berechnet sich h′ leicht, wie folgt, z. B. für Versuch Nr. 3: Nach der Eichungsangabe steigt das Thermometer um 10.75° C. bei Druckerhöhung um 100 $\frac{\text{kg}}{\text{qcm}}$ oder bei Druckerhöhung durch eine 972.8 m hohe Wassersäule vom spezifischen Gewicht 1.028. Hieraus folgt, für d = 11.14°,

$$h' = \frac{11.14}{10.75} \cdot 972.8 \text{ m} = 1008.1 \text{ m Tiefe.}$$

Tabelle II.

Versuch Nr.	Ungeschütztes Thermometer Nr.	h in m	t°	t′°	d	h′ in m
1	31 166	200	5.6	7.85	2.25	204
2	31 166	320	5.75	9.35	3.6	326
3	31 165	1000	—0.58	10.56	11.14	1008
4	31 166	1236	(—0.8)	13.50	-	—

Die Ergebnisse zeigen eine Genauigkeit, die die Brauchbarkeit der ungeschützten Tiefseekippthermometer als Tiefenmesser wiederum wie bei den Ruppinschen Versuchen beweisen dürften. Beim vierten Versuch hatte sich der Faden des Thermometers, der die richtige Tiefentemperatur t anzeigt, beim Umkippen nicht abgetrennt. Aus der am Zählwerk gemessenen Tiefe und der Angabe des ungeschützten Thermometers kann man jedoch hier umgekehrt auf die Temperatur in der Tiefe schließen. Es muß nämlich für 1236 m Tiefe, in der das Umkippen stattfand, die Standerhöhung des ungeschützten Thermometers durch den Wasserdruck nach obiger Tabelle für diese Wassersäule vom spezifischen Gewicht von etwa 1.028 14.3° betragen haben, so daß demnach dort die Temperatur in der Tiefe 13.5° — 14.3° = — 0.8° gewesen sein muß.

2. Registrierendes Tiefenmanometer.

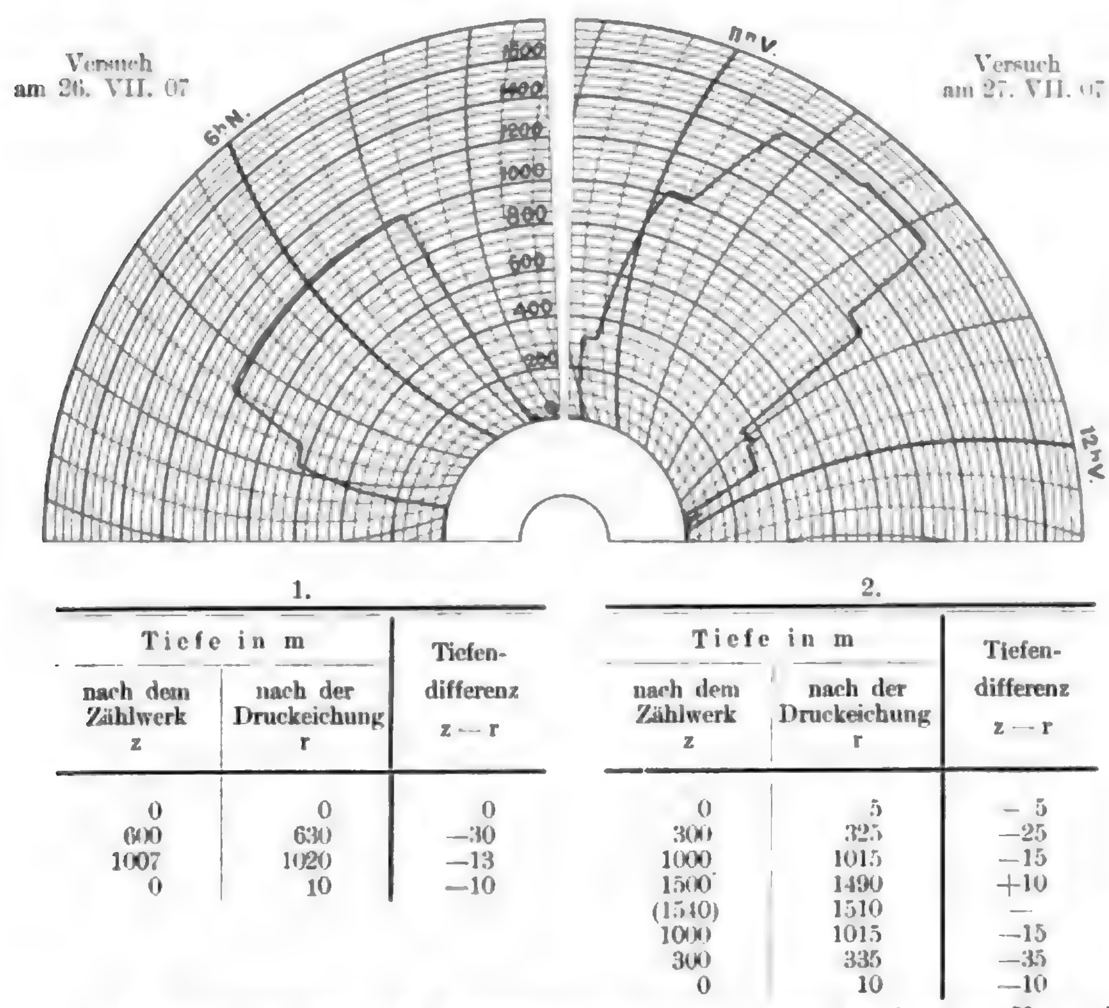
Das erste registrierende Tiefenmanometer von Schäffer & Budenberg-Magdeburg, das bis 120 Atmosphären Druck geeicht war, wurde auf der Forschungsreise S. M. S. »Planet« von Dr. Brennecke erprobt. Die Ergebnisse der Versuche sind bisher nur in einem vorläufigen Bericht[1]) veröffentlicht. Mit einem ähnlichen Manometer, das bis 180 Atmosphären geprüft ist und also einen Wasserdruck bis 1800 m aushält, wurden von Bord S. M. S. »Möwe« auf der anfangs erwähnten Fahrt zwei Versuche angestellt.

Am 26. Juli wurde das Manometer bis 1007 m Meerestiefe herabgelassen und nach etwa einer halben Stunde wieder heraufgeholt. Es registrierte währenddessen die Tiefe fortlaufend in Kurvenform auf einer in 6 Stunden einmal sich drehenden Papierscheibe. Das Innere des — nebenbei bemerkt, zu schwer gebauten — Manometers, in dem sich die Registrierung und das Uhrwerk befinden, erwies sich gegen den hohen Wasserdruck dicht, und die der Kurve entnommenen Tiefenangaben stimmen mit denen des Zählwerks, das die Länge der ausgelassenen Lotleine mißt, gut überein. Ein zweiter Versuch am 27. Juli bis 1540 m Tiefe bestätigte die ersten Erfahrungen.

[1]) Vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1906. S. 562.

In der Figur sind die zwei erhaltenen Kurven wiedergegeben. Da mehrmals beim Auslaufen und beim Einholen für einige Minuten gestoppt wurde, so läßt sich an diesen Stellen die durch das Zählwerk angegebene Tiefe z mit der registrierten Tiefe r gut vergleichen. Die auf den Registrierpapierscheiben angegebenen Tiefenzahlen gelten für Seewasser vom mittleren spezifischen Gewicht 1.027. Will man das Manometer unter Benutzung derselben Eichungsblätter für Tiefenmessungen auch in Süßwasser benutzen, so muß man die in der Tabelle I, S. 2, unter 1.028 angegebenen Korrektionszahlen mit positivem Vorzeichen an die registrierte, der Spalte 2 entsprechende Tiefe anbringen, um die wahre Tiefe zu erhalten.

Registrier-Manometer zur Bestimmung der Meerestiefen in Meter.



1.

Tiefe in m		Tiefendifferenz
nach dem Zählwerk z	nach der Druckeichung r	z — r
0	0	0
600	630	—30
1007	1020	—13
0	10	—10

2.

Tiefe in m		Tiefendifferenz
nach dem Zählwerk z	nach der Druckeichung r	z — r
0	5	— 5
300	325	—25
1000	1015	—15
1500	1490	+10
(1540)	1510	—
1000	1015	—15
300	335	—35
0	10	—10

Die Brauchbarkeit des Manometers geht aus diesen zwei ersten Versuchen schon deutlich hervor. Die Differenzen betragen für die größeren Tiefen über 1000 m nur 1 bis 2 %, für die kleineren allerdings etwas mehr. Weitere Versuche ähnlicher Art anzustellen, wird sehr lehrreich sein und zu neuen Anwendungen führen. Sowohl ungeschützte Kippthermometer wie registrierende Manometer, die jedoch in Zukunft leichter gebaut werden müssen als das bei den vorstehenden Versuchen benutzte 50 kg schwere Instrument, sind also mindestens bis zu Tiefen von 1500 m gut brauchbare Hilfsmittel, um bei etwaiger starker Abtrift des Schiffes die wahre, von den Tiefeninstrumenten erreichte Tiefe messen zu können.

3. Salzgehaltsbestimmungen.

Auf der Rückfahrt S. M. S. »Möwe« von 67° N-Br. und 0° O-Lg. bis $62^1/_2$° N-Br. in der Richtung auf Bergen wurden in Abständen von je 30′ Breite in der Zeit vom 25. bis 28. Juli Wasserproben von der Oberfläche geschöpft, um

Google

über die regionale Verteilung des Salzgehalts des Oberflächenwassers eine Übersicht für diese Jahreszeit zu gewinnen. Der Salzgehalt wurde durch Chlor-Titrierung festgestellt, und es ergab sich eine sehr gleichmäßige Verteilung des Salzgehalts, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist. Die Einzelwerte schwanken zwischen 35.01 ‰ und 35.25 ‰ und geben im Mittel 35.12 ‰. Die Zunahme des Salzgehalts nach Süden zu ist sehr gering.

Oberflächenwasser.

Datum im Juli 1907	25.	26.	26.	26.	26.	26.	27.	27.	27.	27.
N-Br.	67° 0′	66° 30′	66° 0′	65° 30′	65° 0′	64° 35′	64° 0′	63° 30′	63° 0′	62° 30′
Länge	0° 0′	0° 18′ W	0° 32′ W	0° 21′ W	0° 30′ W	1° 30′ W	1° 50′ W	0° 42′ W	0° 18′ O	0° 31′ O
Salzgehalt ‰ . .	35.09	35.07	35.14	35.10	35.10	35.14	35.16	35.25	35.01	35.19

Einige Wasserproben, die aus der Tiefe geschöpft waren, ergaben besonders für die nördlicheren Stationen einen etwas geringeren Salzgehalt, 34.90 ‰, der auf Vermischung mit arktischem Wasser in der Tiefe schließen läßt. Am besten hat sich bei der Entnahme von Wasserproben aus der Tiefe und den gleichzeitigen Versuchen mit den Umkippthermometern oder dem Manometer der Ekmansche Wasserschöpfer[1]) bewährt, da er an beliebiger Stelle des Lotkabels mittels Klemmschrauben zu befestigen ist und gleichzeitig zwei Kippthermometer mitherunterzugeben gestattet. Nur sollte die Länge der Thermometerhülsen an diesem Apparat ebenso wie z. B. beim Krümmelschen Rahmen für verschieden lange Thermometer einstellbar sein, oder es sollten entsprechende Federeinlagen dem Apparat beigegeben sein.

Tiefenwasser.

Datum	N-Br.	Lg.	Tiefe in m	Salzgehalt ‰
2. VIII	58° 20′	5° 5′ O	200	35.06
2. VIII	58° 20′	5° 5′ O	327 (Boden)	35.16
27. VII	63° 29′	0° 39′ W	1236	34.90
27. VII	63° 29′	0° 39′ W	1536 (Boden)	34.87
27. VII	65° 9′	0° 34′ W	2955 (Boden)	34.93

Zu etwa derselben Zeit, im Juli d. J., wurden von S. M. S. »Zieten«, Kommandant K. Kapt. Schmaltz, in der nördlichen Nordsee, östlich und südöstlich der Shetlandinseln, Wasserproben von der Oberfläche und aus der Tiefe gesammelt, die ebenfalls auf der Seewarte titriert wurden, mit folgenden Ergebnissen:

Datum	N-Br.	Lg.	Oberfl. Temperatur	Salzgehalt ‰	
16. VII	59° 47′	1° 1′ O	12.3° C.	35.32	
17. VII	60° 18′	1° 10′ O	12.0	35.17	
17. VII	60° 6′	0° 28′ O	11.6	35.19	
18. VIII	60° 1′	0° 25′ W	11.4	35.34	
18. VII	60° 8′	1° 52′ O	12.0	35.35	
23. VII	59° 47′	0° 53′ W	11.2	35.30	
23. VII	59° 14′	0° 6′ O	11.5	35.25	
24. VII	58° 50′	1° 40′ O	11.4	35.19	
25. VII	58° 43′	0° 52′ O	11.6	35.19	
16. VII	59° 48′	1° 11′ O	12.0	35.30	in 134 m Tiefe
17. VII	60° 18′	1° 10′ O	12.0	35.26	140 »
17. VII	60° 6′	0° 28′ O	11.6	35.30	140 »
17. VII	59° 50′	0° 6′ O	11.7	35.29	142 »
18. VII	60° 1′	0° 25′ W	11.4	35.36	130 »
25. VII	58° 49′	0° 41′ O	11.2	35.25	146 »
25. VII	59° 35′	0° 37′ W	12.1	35.31	140 »

Die Wasserproben von der Oberfläche zeigen die ziemlich gleichmäßigen Werte zwischen 35.17 ‰ und 35.35 ‰, im Mittel aus 9 Beobachtungen 35.26 ‰. Dieser etwas größere Salzgehalt der von S. M. S. »Zieten« genommenen Oberflächen-Wasserproben gegenüber denen S. M. S. »Möwe« kann durch die südlichere Lage der »Zieten«-Stationen bedingt sein.

In derselben Gegend, östlich und südöstlich der Shetlandinseln, wurden von S. M. S. »Zieten« mittels eines kleinen Sigsbee-Wasserschöpfers an sieben Stationen auch Wasserproben aus 130 bis 146 m Tiefe geschöpft, für die sich ein ähnlicher Salzgehalt wie an der Oberfläche, 35.25 ‰ bis 35.36 ‰, im Mittel 35.30 ‰ ergab.

---

[1]) Vgl. »Public. de circonst. Cons. perm. intern. explor. d. l. mer« No. 23, Kopenhagen 1905.

Dynamische Versuche mit Meerwasser.

Von J. W. Sandström, Universität Kristiania.

1.

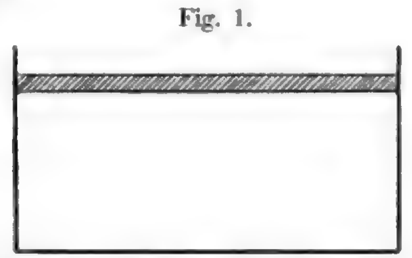
Die Veranlassung zu diesen Versuchen bildete folgende Beobachtung, die ich an der Station Bornö im Gullmarfjord an der Westküste Schwedens machte. Wenn der Wind über den Fjord hinstrich, strömte das Wasser an der Oberfläche in der Richtung des Windes, sobald jedoch der Wind aufhörte, strömte es in entgegengesetzter Richtung wieder zurück.

Es schien mir der Mühe wert, diese auffallende Erscheinung genauer zu untersuchen, und versuchte ich zu diesem Zwecke, Wasser herzustellen, das dieselben Eigenschaften wie das Fjordwasser besaß. Das gelang mir auf folgende Weise:

Ich nahm Wasserproben aus verschiedenen Tiefen des Fjords und goß dieselben vorsichtig in ein Glasgefäß, und zwar in der Weise, daß die verschiedenen Wasserproben in der nämlichen Reihenfolge im Gefäß aufeinander folgten wie zuvor im Fjord. Als ich nunmehr über das Wasser im Gefäß hinblies, strömte auch hier das Wasser an der Oberfläche in der Richtung des Windes, und sobald ich zu blasen aufhörte, strömte es in entgegengesetzter Richtung wieder zurück.

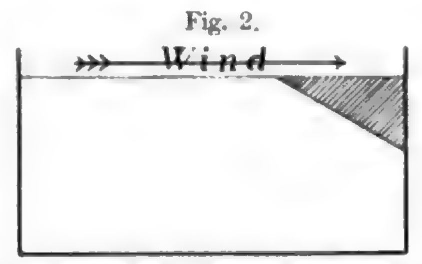
Um die Ursache dieser Erscheinung zu erforschen, machte ich einen zweiten Versuch mit neuen Wasserproben in derselben Weise wie vorher, nur mit dem Unterschied, daß ich diesmal die oberste Schicht Wasser, bevor ich sie ins Gefäß goß, mit Tusche färbte. Dieses schwarze Wasser legte sich nun als eine horizontale, überall gleich dicke Schicht auf das darunterliegende, klare Wasser, wie Fig. 1 zeigt. Als ich darauf über das Wasser hinblies, strömte das schwarze Wasser an der Oberfläche in der Richtung des Windes und legte sich als eine keilförmige Schicht an die Seite des Gefäßes an, gegen die der Wind wehte — d. h. gegen die ich blies — (siehe Fig. 2); sobald ich aber aufhörte zu blasen, strömte das schwarze Wasser wieder in seine vorherige Lage zurück, so daß es also von neuem eine horizontale, überall gleich dicke Schicht bildete, wie auf Fig. 1.

Fig. 1.



Geschichtetes Fjordwasser. Oberflächenschicht mit Tusche gefärbt.

Fig. 2.

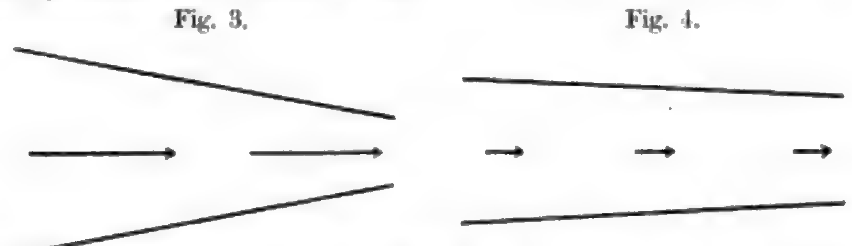


Das mit Tusche gefärbte Oberflächenwasser der Fig. 1 ist vom Wind zu einer keilförmig. Schicht zusammengeschoben.

Nach diesem Versuche ist die Ursache der Erscheinung vollkommen klar und findet ihre Erklärung in dem Umstande, daß die Wasserschicht an der Oberfläche — das Oberflächenwasser, wie ich es kurz nennen will — spezifisch leichter ist, als das darunter geschichtete Wasser, und deshalb nicht gezwungen werden kann, in dieses Unterwasser hineinzudringen.

Am einfachsten läßt sich diese Erscheinung durch die Bjerknessche Zirkulationstheorie erklären. Diese Theorie besagt, daß, wenn eine Flüssigkeit aus Teilen von verschiedenem spezifischen Gewicht zusammengesetzt ist, sie das Bestreben hat, horizontale Schichten von überall gleicher Dicke zu bilden, deren spezifisches Gewicht mit der Tiefe zunimmt. Die Kräfte, die die Flüssigkeit in dieser Weise ordnen, wollen wir die Bjerknesschen Kräfte nennen. Diese Kräfte suchen also, jede Schicht der Flüssigkeit horizontal und überall gleich dick zu

gestalten. Ist eine Schicht anfänglich nicht überall gleich dick (siehe Fig. 3 und 4), so bestreben sich die Bjerknesschen Kräfte demnach, Flüssigkeit von den dickeren nach den dünneren Teilen der Schicht hinzutreiben, um dadurch die Schicht überall gleich dick werden zu lassen. Wenn die Dicke der Schicht sehr wechselnd ist, wie in Fig. 3, so sind die Bjerknesschen Kräfte groß; ist die Dicke der Schichten dagegen nur in geringem Grade verschieden, wie in Fig. 4, so sind die Bjerknesschen Kräfte klein.



Dicke der Schicht sehr verschieden; die Bjerknesschen Kräfte sind deshalb groß. | Dicke der Schicht nur wenig verschieden; die Bjerknesschen Kräfte sind deshalb klein.

Größe und Richtung der Bjerknesschen Kräfte in der keilförmigen Oberwasserschicht.

Wenden wir diese Theorie nun auf den oben beschriebenen Versuch an, so haben wir also eine Schicht, die nicht überall gleich dick ist, nämlich die keilförmige Schicht des Oberflächenwassers in Fig. 2. In dieser Schicht sind die Bjerknesschen Kräfte von dem dickeren Teil nach dem dünneren, d. h. gegen den Wind gerichtet. Diese Kräfte werden vom Wind, so lange als er weht, im Gleichgewicht gehalten, treten jedoch, sobald der Wind aufhört, in Wirksamkeit und treiben das Oberflächenwasser in der Richtung, aus der der Wind herkam, zurück.

Eine einfache Überlegung zeigt, daß die Bjerknesschen Kräfte in der Oberflächenschicht sich immer so äußern, daß sie ebenso groß werden wie die Kraft, mit der der Wind die Wasseroberfläche angreift, und dieser Kraft entgegengesetzt gerichtet sind. Wenn nämlich die Bjerknesschen Kräfte kleiner als die Wirkung des Windes sind, so kann die keilförmige Oberflächenschicht (siehe Fig. 2) dem Winde nicht standhalten und wird von ihm stärker zusammengedrückt. Dadurch aber wachsen die Bjerknesschen Kräfte in der Schicht. Sind dagegen diese Kräfte größer als die Wirkung des Windes, so vermag dieser nicht mehr, die Oberflächenschicht so stark zusammenzupressen, das Oberflächenwasser fließt in der Richtung gegen den Wind zurück, und die Schicht wird dadurch dünner. Aber dadurch nehmen die Bjerknesschen Kräfte ab. Die Bjerknesschen Kräfte wachsen also, wenn sie kleiner als die Kraft sind, mit der der Wind die Wasseroberfläche angreift, während sie abnehmen, wenn sie größer als diese Kraft sind. Hieraus folgt, daß sie immer bestrebt sind, gleich groß mit dieser Kraft zu werden.

Aus dieser Überlegung geht hervor, daß man die Kraft, mit der der Wind die Wasseroberfläche angreift, aus dem inneren Zustand des Meerwassers berechnen kann. Da nämlich diese Kraft ebenso groß wie die Bjerknesschen Kräfte in der Oberflächenschicht und diesen entgegengesetzt ist, und da ferner die Richtung und Größe dieser Kräfte aus der Dichteverteilung des Wassers sich berechnen lassen, so erhält man somit aus der Dichteverteilung des Wassers auch die Richtung und Größe der Kraft, mit der der Wind die Wasseroberfläche angreift.

Diese Überlegung ist hier auf ausschließlich statische Gesichtspunkte begründet worden, ist also in bewegtem Wasser nicht immer streng gültig. Später werde ich aber auch die dynamische Seite der Sache besprechen.

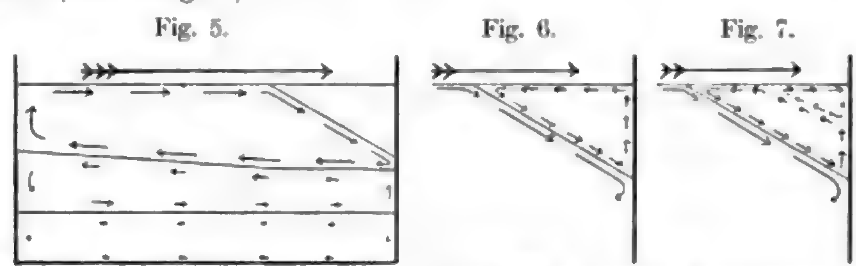
2.

Um die Bewegungen des Fjordwassers im Glasgefäß beobachten zu können, wurden geringe Mengen Fuchsinlösung in verschiedene Teile des Wassers mittels einer Kapillarröhre eingespritzt. Es zeigte sich dann, daß der Wind ebensoviele voneinander völlig getrennte Ströme hervorrief, als das Wasser Schichten ent-

hielt. Jeder Strom war auf eine einzige Schicht beschränkt und konnte die Begrenzungsfläche dieser Schicht gar nicht durchdringen.

Ich blies so kräftig auf das Wasser, daß die Oberflächenschicht einen Keil bildete und die nächste Schicht zum größten Teil bloßgelegt wurde (siehe Fig. 5). Die Oberfläche dieser Schicht fing dann an, in der Richtung des Windes zu strömen, und diese Schicht fuhr fort, in derselben Richtung zu strömen, so daß in der Schicht eine geschlossene Zirkulation entstand, wie Fig. 5 zeigt. Infolge Reibung zwischen dieser und der darunterliegenden Schicht fing nun auch diese letztere zu zirkulieren an, und zwar in entgegengesetzter Richtung. Diese Schicht wieder setzte die unter ihr liegende Schicht in Zirkulation u. s. f.

Die keilförmige Oberflächenschicht wird sowohl vom Winde wie der darunterliegenden Schicht angegriffen (siehe Fig. 6). Der Wind sucht eine Zirkulation in der eigenen Richtung, und die darunterliegende Se[illegible]t eine solche gegen den Wind hervorzurufen. Es zeigt sich aber, daß die untere Zirkulation die stärkere ist; denn die Schicht zirkuliert gegen den Wind (siehe Fig. 6). Doch kann bisweilen der Fall eintreten, daß der Wind auch eine kleine Zirkulation hervorzurufen vermag, und dann entstehen zwei verschiedene Zirkulationen in dieser einen Schicht (siehe Fig. 7).



Vom Winde erzeugte Zirkulationen in geschichtetem Wasser. | Vom Wind erzeugte Zirkulationen in der keilförmigen Oberwasserschicht.

Aus den Fig. 6 und 7 geht die bemerkenswerte Tatsache hervor, daß, wenn die Scheidefläche zweier Schichten die Wasseroberfläche schneidet, das Oberflächenwasser von beiden Seiten nach der Schnittlinie dieser Flächen hin konvergiert

3.

Es fällt nicht schwer, künstlich Wasser herzustellen, das die nämlichen Eigenschaften besitzt, wie Fjordwasser. Man braucht nämlich nur Kochsalzlösungen von verschiedenem Stärkegrad vorsichtig aufeinander zu gießen, so daß immer spezifisch leichteres Wasser über spezifisch schwereres zu liegen kommt. Dabei ist es zweckmäßig, nicht allzu stark konzentrierte Lösungen zu wählen, weil sonst Diffusionserscheinungen eine störende Wirkung ausüben könnten. Ich habe deshalb mit Lösungen von etwa $20^0/_{00}$, $10^0/_{00}$ und $0^0/_{00}$ Salzgehalt gearbeitet.

Zum Gefäß benutzt man zwei eben geschliffene Glasplatten von je 1 m Länge, 25 cm Höhe und etwa 6 mm Dicke. Zwischen diese beiden Glasscheiben legt man drei Holzleisten von $1^1/_2 \times 2^1/_2$ cm Stärke, so daß ein oben offenes Gefäß von $2^1/_2$ cm innerer Breite entsteht. Die Holzleisten werden mittels einer warmen Eisenstange mit Marineleim an die Glasscheiben befestigt. Dadurch wird außerdem erreicht, daß das Gefäß wasserdicht wird.

Bringt man eine elektrische Bogenlampe 1 m hinter dem Gefäß an, so erhält man auf einem weißen Schirm, der in einem Abstand von $2^1/_2$ m vor das Gefäß gestellt wird, verwendbare Projektionsbilder, die die verschiedenen Strömungen im Gefäß zeigen.

Den Wind kann man mittels einer elektrischen Windturbine oder auch mit einem Schmiedebalg oder einer Pumpe erzeugen. Er muß so gleichmäßig wie möglich auf die Wasseroberfläche verteilt werden. Zu diesem Zwecke verwendet man am besten eine Anzahl kleiner, schräg laufender Röhren, die von einem großen Hauptrohre ausgehen.

Bei Füllung des Gefäßes hat man darauf zu achten, daß die verschiedenen Wasserschichten so wenig wie möglich miteinander vermischt werden. Deshalb ist es nötig, daß das Wasser mit so geringer Geschwindigkeit, d. h. durch so große Auslaufsöffnungen wie möglich ins Gefäß gegossen wird. Man verwendet hierzu am zweckmäßigsten einen viereckigen, pyramidenförmigen Trichter mit großem viereckigen Auslaufsrohr, das etwa 2 cm vom Boden des Gefäßes endigt. Dann gießt man zuerst das spezifisch leichteste Wasser in den Behälter und darauf der Reihe nach das spezifisch schwerere Wasser, also das schwerste zuletzt.

Den einfachsten Versuch stellt man mit zwei Wasserschichten von ungefähr der gleichen Dicke (10 cm) an. Solange als keine Kräfte auf das Wasser einwirken, liegt die Scheidefläche beider Schichten horizontal, wenn man aber auf das Wasser bläst, nimmt sie eine schräge Lage ein wie auf Fig. 8. Besonders bemerkenswert ist die Vertiefung A an der Seite des Gefäßes, gegen die der Wind weht. Diese Vertiefung ist eine Folge der Zirkulation der oberen Schicht. Das Oberflächenwasser wird nämlich zunächst vom Winde in der Richtung getrieben, in der er weht; sobald es das Ende des Gefäßes erreicht hat, taucht es unter und stößt gegen die Scheidefläche der Schichten an, die Fläche wird hierdurch ein klein wenig verschoben, so daß eine Vertiefung in derselben entsteht. Das verdrängte Wasser legt sich in der Nähe fest und verursacht hier eine relative Erhöhung der Scheidefläche. Die Folge hiervon ist eine geringe Krümmung der Scheidefläche, die nunmehr ungefähr die Form eines liegenden Integralzeichens annimmt.

Fig. 8.

Vom Winde hervorgerufene Zirkulation in geschichtetem Wasser.

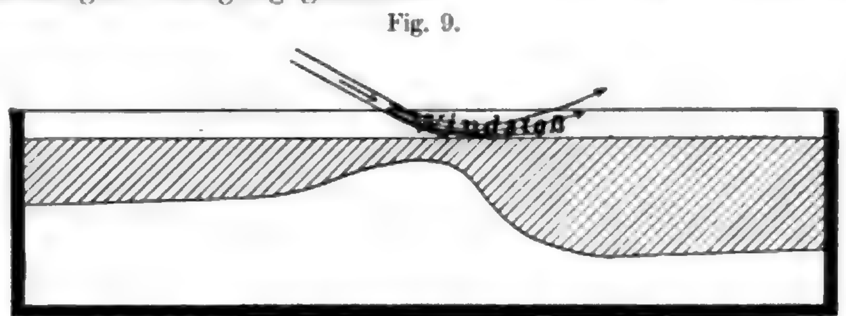
Bei Projektion des Versuches tritt die Scheidefläche deutlich hervor, selbst wenn das Wasser nicht gefärbt ist, weil das Projektionslicht von den zwei Wasserschichten in verschiedener Weise gebrochen wird, weshalb die Scheidefläche als eine scharf begrenzte Linie auf dem Projektionsbilde hervortritt. Man kann aber auch Fuchsinlösung in die obere Schicht einspritzen. Infolge der intensiven Zirkulation in dieser Schicht breitet sich der Farbstoff schnell aus, und die ganze Schicht ist bald völlig rot gefärbt. Daraus sieht man, wie vollständig die beiden Schichten voneinander getrennt sind. Oberhalb der Scheidefläche ist das Wasser ganz rot, unterhalb derselben bleibt es vollkommen klar, trotz der heftigen Bewegung des Wassers im Gefäß. In Fig. 8 und den folgenden Figuren bedeuten die schattierten Flächen das Wasser, das durch die Fuchsinlösung gefärbt ist.

Ein Seesturm ist indessen nicht als ein konstanter Wind, der über die ganze Wasseroberfläche weht, zu betrachten, sondern richtiger als ein heftiger Windstoß von gewaltiger Ausdehnung, der in der Regel von W nach O wandert. Um zu sehen, wie ein solcher Windstoß auf das Meerwasser wirkt, lassen wir Luft aus einem Rohr schräg auf die Oberfläche des Wassers des vorigen Versuchs, nachdem es zur Ruhe gekommen ist, herabströmen. Wir finden dann, daß eine gewaltige wellenförmige Erhebung der Scheidefläche entsteht, wie auf Fig. 9, und daß, wenn wir das Luftrohr ein Stück weiter vorwärts führen, eine große Unterwasserwelle sich vorwärts wälzt, die auch, wenn das Luftrohr weggenommen wird, sich fortsetzt.

Die Stürme auf dem Meere dürften also von gewaltigen Unterwasserwellen begleitet sein, die wohl die Höhe von 100 m oder mehr erreichen können. Wenn der Sturm aufhört, setzt die Unterwasserwelle ihre Bewegung fort, und wenn sie dann gegen eine Küste stößt, entsteht wahrscheinlich eine Art von unterseeischer

Brandung. Solche Brandungen dürften die Ursache der folgenden Erscheinung sein, die von Fischern an der Westküste Schwedens bisweilen wahrgenommen worden ist. Bei stillem, heiterem Wetter, während die Wasserfläche ganz glatt und stromstill ist, wird sie plötzlich von einer unsichtbaren, unterseeischen Kraft in die allerheftigste Bewegung gebracht.

Fig. 9.



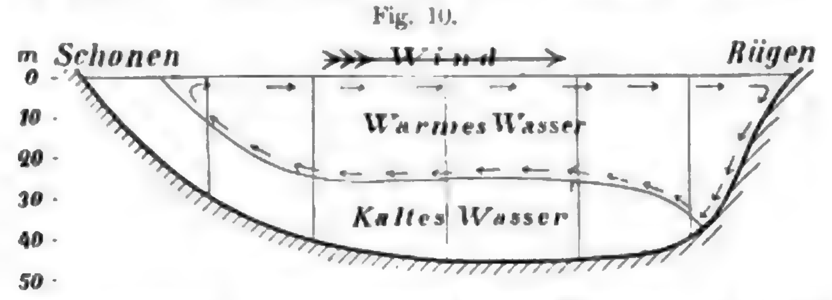
Tiefwasserwelle, hervorgerufen durch einen Windstoß.

Auch während des Unterwasserwellen-Versuchs (Fig. 9) bleibt die obere Schicht ganz rot und die untere völlig farblos. Nur wenn man den Versuch nicht vorsichtig genug ausführt, so daß die Wellenkämme überstürzen oder Brandungen entstehen, findet eine unbedeutende Vermischung der beiden Schichten in der Scheidefläche statt. Wir sind deshalb berechtigt, als eine vorläufige empirische Schlußfolgerung der Versuche (Fig. 8 und 9) den Satz auszusprechen: Jeder vom Wind hervorgerufene Strom ist auf eine einzige Schicht begrenzt.

4.

Hydrographische Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß ähnliche Erscheinungen wie bei den Versuchen (Fig. 8 und 9) auch im Meere vorkommen. Am 30. Juli 1907 wurde in der südlichen Ostsee, etwas nördlich von der Insel Rügen, die Temperatur des Meerwassers gemessen, wobei sich ergab, daß die Scheidefläche zwischen dem warmen Oberflächenwasser und dem darunter liegenden Tiefenwasser in einer Tiefe von 20 m lag. Die Bodentiefe betrug an der Stelle 40 m. Man hatte beabsichtigt, noch eine Reihe von Stationen in der Richtung auf Schonen zu machen, es erhob sich jedoch ein Sturm aus NW, so daß die Beobachtungen bis zum 1. August eingestellt werden mußten. An diesem Tage wurde zunächst die Temperatur an demselben Orte wie das erste Mal gemessen, wobei sich herausstellte, daß die Scheidefläche nunmehr in einer Tiefe von 35 m lag. Der NW-Sturm hatte also das warme Oberflächenwasser auf der deutschen Seite der Ostsee angehäuft. An demselben Tage wurden später noch vier Stationen in der Richtung gegen Schonen gemacht, wobei man für die Scheidefläche folgende Tiefen feststellte: 25, 25, 25 bzw. 10 m. Trägt man diese Tiefen in einen Schnitt ein, so erhält man die Fig. 10, die dieselbe Form der Scheidefläche wie der Versuch Fig. 8 zeigt. Die Vertiefung an der deutschen Küste deutet an, daß die Oberflächenschicht sich in Zirkulation befindet.

Fig. 10.



Wind, Temperaturverteilung und wahrscheinliche Wasserbewegung in der südlichen Ostsee am 1. August 1907.

Wenn wir uns einen Querschnitt durch den Atlantischen Ozean auf 20° S-Br. denken, so weht der Passatwind längs dieses Querschnittes von Afrika nach Südamerika hin. Dem Atlas der Valdivia-Expedition können wir die Tiefen

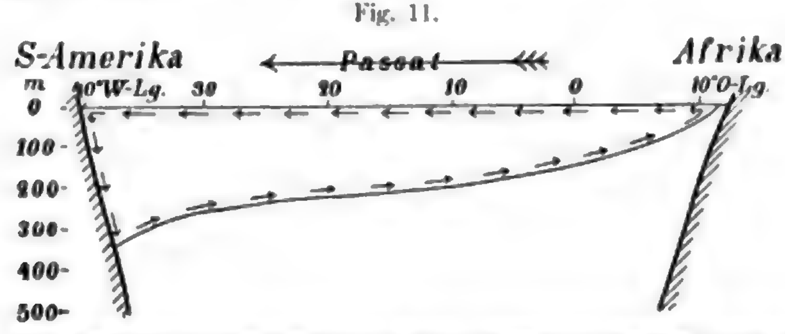
Digitized by Google

der 15° C. Isotherme in verschiedenen Längen vom 20° S-Br. entnehmen und finden da folgende Werte:

	Tiefe der Isotherme + 15° C auf 20° S-Br.					
Geographische Länge . .	10° O	0°	10° W	20° W	30° W	40° W
Tiefe in Metern	40	140	190	220	260	330

Tragen wir diese Tiefen in einen Schnitt ein, so erhalten wir die Fig. 11, die zeigt, daß der Passatwind das warme Oberflächenwasser an der südamerikanischen Küste anhäuft. Die Vertiefung der 15° C. Isotherme an der südamerikanischen Küste deutet an, daß das Oberflächenwasser vom Passatwind in Zirkulation gesetzt wird.

Fig. 11.



Wind, Lage der 15° C. Isotherme und wahrscheinliche Wasserbewegung zwischen Afrika und Süd-Amerika auf 20° S-Br.

Unterseeische Wellen können nur von Fahrzeugen beobachtet werden, die an ein und demselben Orte eine längere Zeit verankert liegen bleiben und unaufhörlich Beobachtungen über Temperatur und Salzgehalt des Wassers in verschiedenen Tiefen vornehmen. Derartige Fahrzeuge sind z. B. die Leuchtschiffe im Kattegat, und diese beobachten manchmal ganz gewaltige Unterseewellen, die vom Skagerak ins Kattegat eindringen. Professor O. Pettersson hat eine solche Welle beschrieben.[1] Die Isohaline von 34‰ Salzgehalt, die vom 16. bis 22. Oktober 1898 bei Skagens Leuchtschiff in 40 m Tiefe lag, hob sich in den Tagen vom 23. bis 28. Oktober bis zu einer Tiefe von nur 10 m, und am 26. Oktober betrug die Tiefe sogar nur 5 m. Es drang also in diesen Tagen eine 35 m hohe Unterwasserwelle ein, und diese selbe Welle passierte 6 Tage darauf das 34′ davon entfernte Leuchtschiff Läsö Rinne. Die Geschwindigkeit der Welle betrug demnach 0,118 m in der Sekunde. Wenn man aber die Geschwindigkeit des Gegenstromes, die 0.35 m in der Sekunde war, hinzufügt, erhält man eine Geschwindigkeit von 0.468 m in der Sekunde. Das ist die Geschwindigkeit, die dieselbe Welle in stillstehendem Wasser von derselben Beschaffenheit gehabt haben würde. Da so gewaltige Unterwasserwellen bereits vorkommen können, wenn die Bodentiefe nur 40 m beträgt, so dürfte die Höhe der Unterwasserwellen im offenen Meere Hunderte von Metern betragen.

Die hier beschriebenen hydrographischen Erscheinungen zeigen eine so große Ähnlichkeit mit den oben beschriebenen Versuchen (Fig. 8 und 9), daß wir annehmen müssen, daß auch im Meere jeder vom Winde hervorgerufene Strom auf eine einzige Schicht begrenzt ist.

Die Versuche (Fig. 8 und 9) wurden in einem Gefäß vorgenommen, dessen Form nur Vertikalzirkulationen gestattete. Das Meer aber dehnt sich auch in horizontaler Richtung in zwei Dimensionen aus, weshalb im Meere auch Horizontalzirkulationen vorkommen können, die die obengenannten Bedingungen erfüllen. In diese Klasse sind alle Oberflächenströme zu rechnen, die in sich selbst zurücklaufen. Derartige kreisende Ströme gibt es im Atlantischen, im Indischen und im Stillen Ozean zwischen 5° und 45° S-Br., sowie zwischen 10° und 45

[1] Otto Pettersson, Über die Wahrscheinlichkeit von periodischen und unperiodischen Schwankungen in dem atlantischen Strom und ihre Beziehungen zu meteorologischen und biologischen Phänomenen. Abgedruckt in »Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter«. Gothenburg 1905.

N-Br. im Atlantischen und im Stillen Ozean. Diese Ströme, die alle antizyklonisch kreisen, werden offenbar von den atmosphärischen Antizyklonen in der Gegend der Roßbreiten getrieben.

5.

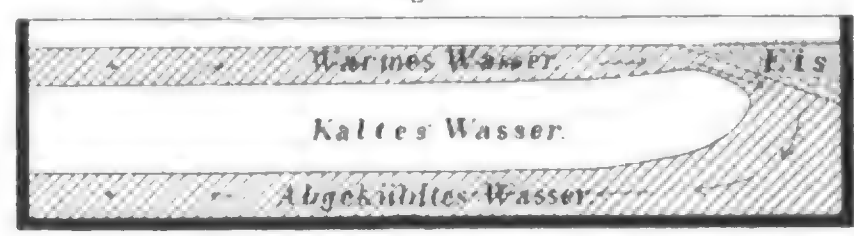
Wir wollen nun untersuchen, ob der oben aufgestellte Satz, daß jeder vom Wind hervorgerufene Strom auf eine einzige Schicht begrenzt ist, auch beim Golfstrom Gültigkeit hat.

Der Golfstrom bildet bekanntlich eine ungefähr 300 m dicke Schicht zwischen Westindien und Spitzbergen. Unterhalb dieser Schicht ist das Meerwasser kälter und spezifisch schwerer. Wäre der Golfstrom vom Winde erzeugt, so müßte nach dem oben Ausgeführten die ganze Golfstromzirkulation auf diese Golfstromschicht begrenzt sein und demnach in dieser Schicht ebensoviel Golfstromwasser von Spitzbergen nach Westindien wie in entgegengesetzter Richtung strömen. Die hydrographischen Beobachtungen zeigen jedoch, daß alles Wasser in der Golfstromschicht in der Richtung von Westindien nach Spitzbergen strömt. Daraus folgt, daß der Golfstrom nicht vom Wind hervorgerufen wird.

In der Tat muß in den arktischen Gegenden alles Golfstromwasser durch die Scheidefläche zwischen der Golfstromschicht und dem darunterliegenden Wasser herunterdringen; denn sonst würde die Golfstromschicht infolge der ständigen Zufuhr von Golfstromwasser von Süden her immer dicker werden; das wird sie aber nicht. Der Versuch (Fig. 8) zeigt, daß der Wind nicht imstande ist, das leichte Golfstromwasser in das spezifisch schwerere Unterwasser hineinzupressen. Dann muß es also ein anderer Umstand sein, der dies veranlaßt, und das ist die Abkühlung des Golfstromwassers infolge Eisschmelzung oder Ausstrahlung.

Um den Unterschied der vom Winde und infolge Eisschmelzung hervorgerufenen Ströme deutlich zu beweisen, habe ich folgenden Versuch angestellt. Das Gefäß wurde mit zwei Arten Wasser von zwar gleichem Salzgehalt, aber verschiedenem Wärmegrad gefüllt. Diese Füllung wird am leichtesten in der Weise bewerkstelligt, daß man das Gefäß zunächst bis zu einer Höhe von 20 cm mit Wasser von $20^0/_{00}$ Salzgehalt füllt und dann in der Mitte des Behälters in 10 cm Wassertiefe eine Wärmequelle in Form einer von 40° C. warmen Wasser durchströmten Metallröhre anbringt. Darauf kommt das Wasser oberhalb des Niveaus der Metallröhre in Zirkulation und wird wärmer als das unter dem Niveau liegende Wasser. Spritzt man nun Fuchsinlösung oberhalb der Röhre in das Wasser, so färbt sich das obere, warme Wasser rötlich, während das darunterliegende, kalte Wasser ungefärbt bleibt.

Fig. 12.



Abkühlung und Herabsinken des Wassers infolge Eisschmelzung.

Das Gefäß ist nunmehr mit zwei verschiedenen Wassern gefüllt. Das obere, rot gefärbte Wasser ist spezifisch leichter, als das untere, ungefärbte. Wenn man jetzt auf das Wasser bläst, so entsteht die in Fig. 8 dargestellte Erscheinung, d. h. zwei Zirkulationen, und zwar eine in dem roten und eine andere in dem ungefärbten Wasser, und gleichzeitig eine scharf ausgeprägte Scheidefläche zwischen den beiden Wasserschichten, die keins der beiden Wasser zu durchdringen vermag. Legt man aber, anstatt zu blasen, an das eine Ende des Gefäßes eine Mischung von Eis und Kochsalz in die Wasseroberfläche, so findet man, daß das rote Wasser mit allergrößter Leichtigkeit das ungefärbte Wasser durchdringt und sich unter dasselbe legt, siehe Fig. 12.

Digitized by Google

Die Ursache dieser Erscheinung ist offenbar der Umstand, daß das Wasser, das in die Nähe des Eises kommt, abgekühlt wird und dadurch ein größeres spezifisches Gewicht erhält als zuvor. Es sinkt deshalb herab, bis es das Niveau erreicht hat, dem es infolge seines neuen spezifischen Gewichts angehört. Bei diesem Versuch wird das abgekühlte Wasser schwerer als alles übrige Wasser im Gefäß und sinkt deshalb auf den Boden herab.

Der wesentlichste Unterschied zwischen dem Einfluß des Windes und dem der Eisschmelzung besteht also in folgendem: Der Wind bewirkt nur eine Umlagerung des Wassers, kann jedoch nicht das spezifische Gewicht der einzelnen Wasserteilchen verändern. Wenn der Wind aufhört, wird jedes Wasserteilchen von den Bjerknesschen Kräften auf das Niveau zurückgetrieben, wo es infolge seines spezifischen Gewichtes hingehört, und das ist dasselbe Niveau, auf dem es sich befand, bevor der Wind zu wehen angefangen hatte. Sobald das Wasser nach einem Sturm wieder ins Gleichgewicht gekommen ist, ist es also in genau der gleichen Weise geschichtet, wie vor dem Sturm. Wenn dagegen Eis im Meerwasser schmilzt, so werden die einzelnen Wasserteilchen einer physichen Veränderung unterworfen, die eine Vergrößerung ihres spezifischen Gewichts zur Folge hat, weshalb sie von der Oberflächenschicht auf eine tiefere Schicht herabsinken, d. h. die Oberflächenschicht wird dünner, und die unteren Schichten werden dicker. Die Eisschmelzung hat mithin eine durchgreifende Veränderung der Schichtung des Wassers zur Folge.

Besonders deutlich ausgeprägt erscheint der Unterschied der vom Winde und der infolge Eisschmelzung hervorgerufenen Ströme, wenn man die Sache vom vektortheoretischen Standpunkt aus betrachtet. Alle durch Wind erzeugten Ströme sind kreisender Natur, weshalb man sie in der Vektortheorie auch wirbelnde Ströme nennt. Bei der Eisschmelzung dagegen kann der Vorgang als ein Herausnehmen von Wasser aus der Oberflächenschicht und ein Hineingießen von Wasser in eine tiefer liegende Schicht aufgefaßt werden. Die Ströme aber, die durch solche Vorgänge entstehen, sind wirbelfrei. Der Wind ruft also wirbelnde Ströme hervor, während die Eisschmelzung wirbelfreie Ströme erzeugt.

Der Versuch Fig. 12 zeigt, wie notwendig die Eisschmelzung für die Trift des Golfstromes ist. Die Eisschmelzung wandelt nämlich das nach den arktischen Gegenden kommende warme Wasser des Golfstroms in kaltes um, das nunmehr erst, da spezifisch schwerer, herabsinkt. Gleichzeitig zeigt aber der Versuch, daß es noch einen anderen Vorgang im Wasser geben muß, der ebenso wichtig für die Trift des Golfstroms ist. In den tropischen Gegenden muß nämlich ebenso viel warmes Golfstromwasser erzeugt werden, wie durch die Eisschmelzung in den arktischen Gegenden kaltes; denn sonst würde ja alles Golfstromwasser sehr bald in Tiefwasser verwandelt werden.

Demnach muß in den Tropen ebenso viel Wasser durch die untere Grenzfläche des Golfstroms heraufströmen, wie durch dieselbe Fläche in den arktischen Gegenden herabströmt. Das hinaufströmende Wasser stammt aus einer Schicht, die aus kaltem, spezifisch schwerem Wasser besteht, und muß deshalb eine solche physikalische Veränderung erleiden, daß es spezifisch leichter wird, bevor es durch die untere Grenzfläche des Golfstroms heraufdringen kann. Diese physikalische Veränderung, die naturgemäß in einer Erwärmung des Wassers besteht, muß innerhalb der unteren kalten Wasserschicht vor sich gehen. Da nun die untere Grenzfläche des Golfstroms in den Tropen in einer Tiefe von mehr als 500 m liegt, so muß es also in dieser Tiefe eine Wärmequelle geben, die genügend groß ist, um in jeder Sekunde so gewaltige Wärmemengen abgeben zu können, daß alles Wasser, das in jeder Sekunde mit dem Golfstrom vorwärts getrieben wird, von der niedrigen Temperatur der unteren Schicht auf die höhere der Golfstromschicht gebracht wird.

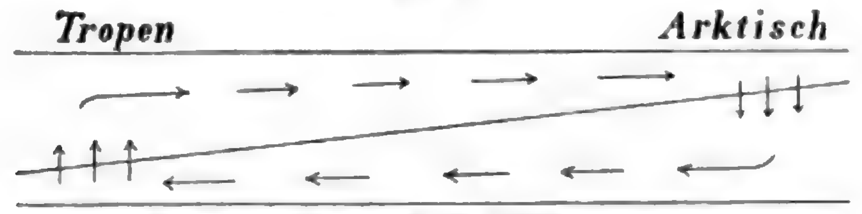
Diese Wärmequelle ist natürlich die Sonnenstrahlung in den Tropen. Da aber die Sonnenstrahlung nur einige zehn Meter herabzudringen vermag und demnach nur das Wasser in nächster Nähe der Wasseroberfläche direkt erwärmt, muß es noch etwas anderes geben, was die Wärme hinabführt. Das kann nur Konvektion

sein; denn Strahlung und Leitung von Schicht zu Schicht sind allzu geringfügig, um solche Wärmemengen, wie hier erforderlich sind, so tief hinabzutragen. Nach der gewöhnlichen Ansicht kann die Konvektion nur in homogen oder in stabil gelagertem Wasser vorkommen, nicht aber in Wasser, dessen spezifisches Gewicht mit der Tiefe wächst. Das letztere ist aber gerade in den Tropen der Fall, weshalb man erwarten sollte, daß eine Konvektion hier nicht stattfindet. Eine nähere Untersuchung zeigt indessen, daß Konvektion auch in stabil gelagertem Wasser vorkommen kann, vorausgesetzt, daß sowohl Temperatur als Salzgehalt gleichzeitig mit der Tiefe abnehmen. Dies trifft nun in der Tat in den Tropen zu. Dort wird eine Wassermasse an der Meeresoberfläche infolge der Abdunstung immer salzhaltiger, bis es schließlich so salzhaltig wird, daß es trotz seines hohen Wärmegrades spezifisch schwerer wird, als das nächste, darunter liegende Wasser. Es sinkt dann auf das Niveau herab, in dem das umgebende Wasser dasselbe spezifische Gewicht hat wie das sinkende Wasser. Das sinkende Wasser ist dann salzreicher und wärmer, aber spezifisch ebenso schwer wie das umgebende Wasser. Den hohen Salzgehalt behält es, gibt aber Wärme an das umgebende Wasser ab. Infolge dieser Abkühlung wird es schwerer und sinkt weiter auf ein noch tieferes Niveau herab, wo sich derselbe Vorgang wiederholt. Das Wasser sinkt so lange als sowohl sein Wärmegrad wie sein Salzgehalt gleichzeitig mit der Tiefe abnehmen. Natürlich ist dieser Vorgang kein stufenweiser, wie wir ihn hier der Einfachheit halber geschildert haben, sondern ein unausgesetzter, so daß das sinkende Wasser immer salzreicher, wärmer und spezifisch schwerer als das umgebende Wasser ist und immer weiter sinkt. Durch die unaufhörliche Abkühlung wächst während des Sinkens sein spezifisches Gewicht fortgesetzt.

Wenn das sinkende warme und salzreiche Wasser in die kalte Schicht unterhalb des Golfstroms eingetreten ist, gibt es seine Wärme an das umgebende Wasser ab. Dadurch wird dieses Wasser leichter als seine Umgebung und fängt an zu steigen. Es kommt dabei in wärmere und salzreichere Schichten hinauf. Seinen geringen Salzgehalt behält es, nimmt aber stets Wärme von der Umgebung in sich auf und hält sich somit stets leichter als das umgebende Wasser. Es steigt aufwärts, bis es die Wasseroberfläche erreicht hat, wo es abdunstet, salzhaltig und warm wird, worauf es mit einer neuen Wärmemenge wieder herabsinkt. In dieser Weise kann man sich denken, daß Wärme von der Meeresoberfläche nach der kalten Schicht unterhalb des Golfstroms in den Tropen gebracht wird.

Wir haben also eine Erwärmung unterhalb des Golfstroms in den Tropen und eine Abkühlung in der Oberfläche des Golfstroms in den arktischen Gegenden. In den Tropen strömt das Wasser durch die untere Grenzfläche des Golfstroms aufwärts, während es in den arktischen Gegenden durch diese selbe Fläche abwärts strömt. Oberhalb dieser Grenzfläche strömt das warme Golf-

Fig. 13.



Schematische Darstellung der Golfstromzirkulation.

stromwasser nordwärts, unterhalb derselben strömt das kalte Golfstromwasser südwärts. Man kann sich demnach den Golfstrom als eine in sich geschlossene Zirkulation in zwei Schichten vorstellen. Betrachten wir die obere dieser Schichten für sich, so findet hier stets Wasserzufuhr in den Tropen und Wasserabfluß in den arktischen Gegenden statt. Dadurch wird diese Schicht in den Tropen dicker als in den arktischen Gegenden. Die untere Begrenzungsfläche dieser Schicht wird deshalb schräg und die Schicht selber keilförmig, siehe Fig. 13. In der Schicht wirken also nordwärts gerichtete Bjerknessche Kräfte,

und diese Kräfte sind es, die den nordwärts gehenden Zweig des Golfstroms treiben. In der unteren Schicht dagegen findet Wasserzufuhr in den arktischen und Wasserabfluß in den tropischen Gegenden statt. Dadurch wird diese Schicht in den arktischen Gegenden dicker als in den Tropen, und ihre untere Grenzfläche wird somit beinahe horizontal; siehe Fig. 13. Die Bjerknesschen Kräfte in dieser Schicht sind südwärts gerichtet, und sie sind es, die den kalten, südwärts gehenden unteren Zweig des Golfstroms treiben.

Die Wassermenge, die im Golfstrom vorwärts getrieben wird, hängt ausschließlich von der Wärmemenge ab, die der unteren Golfstromschicht in den Tropen zugeführt, bzw. aus der oberen Golfstromschicht in den arktischen Gegenden weggeführt wird.

Die Bjerknesschen Kräfte, die den Golfstrom vorwärts treiben, passen sich den Verhältnissen immer so an, daß sie genau die Größe haben, die erforderlich ist, um das in den Tropen bzw. den arktischen Gegenden umgewandelte Wasser wegzuführen. Die zu diesem Zweck notwendige Regulierung der Bjerknesschen Kräfte erfolgt vollkommen automatisch, wie die folgenden Beispiele zeigen werden.

Wenn z. B. ein nördlicher Wind längs des ganzen Golfstroms weht, so wird seine Bewegung dadurch zunächst gehemmt. Die Erwärmung in den Tropen und die Abkühlung in den arktischen Gegenden dauern jedoch fort, und es werden deshalb die gleichen Wassermengen in jeder Zeiteinheit wie früher umgewandelt, was zur Folge hat, daß der Golfstrom mit seiner nunmehr verminderten Geschwindigkeit nicht alles umgewandelte Wasser mit sich fortzuführen vermag. Die Folge hiervon wieder ist eine Anhäufung des warmen Wassers in den Tropen bzw. des kalten Wassers in den arktischen Gegenden. Diese Anhäufung bewirkt aber, daß die Scheidefläche zwischen den beiden Golfstromschichten (siehe Fig. 13) einen steileren Verlauf nimmt, d. h. mit anderen Worten eine Verstärkung der Bjerknesschen Kräfte, die den Golfstrom treiben. Diese Verstärkung der Bjerknesschen Kräfte setzt sich fort, so lange als die oben erwähnte Anhäufung stattfindet, d. h. so lange, als der Golfstrom zu geringe Geschwindigkeit besitzt. Die Bjerknesschen Kräfte wachsen also, bis sie so stark werden, daß sie imstande sind, die normale Wassermenge trotz des Gegenwindes fortzutreiben.

Wenn dagegen längs des Golfstroms südlicher Wind weht, so wird dessen Geschwindigkeit zunächst beschleunigt, und er vermag mehr Wasser mit sich fortzuführen, als in den Tropen und in den arktischen Gegenden umgewandelt wird. Die Folge davon ist, daß sich die bisher schräg verlaufende Scheidefläche zwischen den beiden Golfstromschichten beinahe horizontal legt; die Bjerknesschen Kräfte, die den Golfstrom treiben, nehmen ab, und die Abnahme dieser Kräfte dauert so lange an, als der Golfstrom zu große Geschwindigkeit hat, d. h. bis die Bjerknesschen Kräfte so gering geworden sind, daß sie trotz der Hilfe des Windes nicht mehr als die normale Wassermenge vorwärts zu treiben vermögen.

Die Bjerknesschen Kräfte, die das Golfstromwasser vorwärts treiben, passen sich also immer dem Widerstande an, den der Golfstrom zu überwinden hat. Bei stillem Wetter rührt dieser Widerstand nur von der inneren Reibung des Wassers her. Man brauchte also nur die Bjerknesschen Kräfte im Golfstrom bei stillem Wetter zu messen, um die Größe des Widerstandes infolge der inneren Reibung des Meerwassers, den der Golfstrom bei seiner Vorwärtsbewegung zu überwinden hat, bestimmen zu können. Wenn Wind über dem Golfstrom weht, so sind die Bjerknesschen Kräfte gleich der algebraischen Summe der Widerstände, die durch die innere Reibung des Meerwassers und durch den Wind hervorgerufen werden.

6.

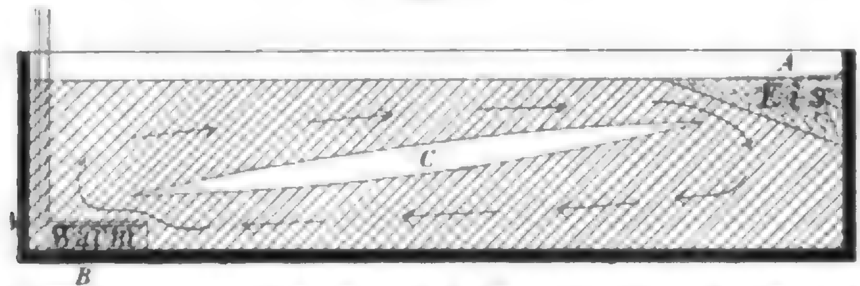
Es fällt ziemlich schwer, die schräge Fläche zwischen den beiden Golfstromschichten experimentell darzustellen. Die Schwierigkeit besteht darin, daß es dasselbe Wasser sein muß, das oberhalb wie unterhalb der Fläche strömt. Wenn man also einen Teil des Wassers färbt, würde sehr bald das ganze Wasser

die gleiche Farbe erhalten, wodurch es unmöglich wäre, die Scheidefläche festzustellen. Da aber diese Fläche gerade das Kraftfeld, das den Golfstrom vorwärts treibt, sehr deutlich hervortreten läßt und somit von der größten Wichtigkeit ist, habe ich so lange hiermit Versuche angestellt, bis es mir endlich gelang, diese Fläche deutlich sichtbar zu machen.

Dies wird in der Weise bewerkstelligt, daß man eine intermediäre Schicht zwischen die beiden Schichten einschaltet, die beim Versuche die beiden Golfstromschichten darstellen sollen. Da diese Schicht nicht an der beim Versuche nachgeahmten Golfstromzirkulation teilnimmt, kann sie anders gefärbt werden als das zirkulierende Wasser. Dieses letztere reißt nun Wasserteile von der intermediären Schicht los, so daß diese schließlich ziemlich dünn wird und den Eindruck einer Fläche macht, die in schräger Richtung steht.

Bei Ausführung des Versuchs geht man am zweckmäßigsten von dem letzten, in Fig. 12 dargestellten Versuche aus. Wenn der Versuch so weit gediehen ist, wie Fig. 12 zeigt, bringt man an einem Ende des Gefäßes unten am Boden — wie aus Fig. 14 ersichtlich — eine Wärmequelle in Form einer von heißem Wasser durchströmten Metallröhre an. Das rot gefärbte Wasser sinkt dann an der Stelle, wo das Eis liegt — A —, abwärts und steigt an der Stelle, wo die Wärmequelle — B — angebracht ist, aufwärts, wodurch also eine geschlossene Zirkulation um den ungefärbten Wasserstreifen — C — herum entsteht. Dieses Wasser bildet, wie Fig. 14 zeigt, eine schräge, linsenförmige Schicht, die nach und nach mit fortschreitender Zirkulation des umgebenden roten Wassers immer dünner wird, so daß sie schließlich den Eindruck einer schrägen Fläche macht.

Fig. 14.



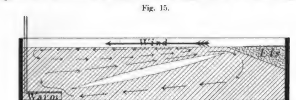
Zirkulation, hervorgerufen durch Eisschmelzung an der Oberfläche und Erwärmung in der Tiefe.

Bei diesem Versuch können wir alles, was oben vom Golfstrom gesagt wurde, im kleinen vorführen. Das Eis — A — beim Versuche, Fig. 14, entspricht dem Polareise, und die Wärmequelle — B — am Boden des Gefäßes der tief herabreichenden Konvektion in den Tropen. Das obere warme Wasser entspricht dem nordwärts gehenden, das untere abgekühlte Wasser dem unteren, südwärts gehenden Zweige des Golfstroms. Zwischen ihnen liegt eine dünne, schräge Schicht, die der schrägen Scheidefläche zwischen den beiden Golfstromschichten entspricht. Infolge der Schrägheit dieser Fläche nehmen die obere warme sowie die untere kalte Schicht eine keilförmige Gestalt an, und es treten in beiden Schichten Bjerknessche Kräfte auf, die von den dickeren nach den dünneren Enden dieser Schichten gerichtet sind. Diese Kräfte treiben warmes oberes Wasser gegen die Stelle, wo das Eis liegt — A —, und das kalte untere Wasser gegen die Stelle, wo die Erwärmung stattfindet — B —, genau wie im Falle des Golfstroms. Sie passen sich dem Widerstande an, den der Strom zu überwinden hat, und werden gerade so groß, daß sie imstande sind, das durch das Eis abgekühlte Wasser bzw. das am anderen Ende des Gefäßes erwärmte Wasser wegzuführen. Der Widerstand gegen die Bewegung des Wassers hängt aber nur von dessen eigener innerer Reibung ab. Die Bjerknesschen Kräfte im Gefäß geben also ein Maß für den Widerstand, der sich infolge der inneren Reibung des Wassers dem Strome entgegenstellt.

Wenn wir nun auf die Wasseroberfläche in der Richtung gegen den Oberflächenstrom blasen, so entsteht dadurch eine besondere Zirkulation in der Richtung des Windes in dem Teile des Wassers, der am nächsten der Oberfläche

liegt, siehe Fig. 15. Es wird aber ebensoviel Wasser wie vorher an dem einen Ende des Gefäßes erwärmt und an dem anderen Ende des Gefäßes abgekühlt, und die auf diese Weise umgewandelten Wassermengen müssen längs des Behälters hinströmen. Nun ist aber die Durchflußöffnung für diese Wassermengen enger geworden, weil die vom Winde hervorgerufene Zirkulation ebenfalls Raum im Gefäß beansprucht. Dadurch aber wächst der Widerstand gegen den Strom, die schräge Zwischenschicht stellt sich steiler, und die Bjerknesschen Kräfte wachsen, bis sie trotz der verminderten Durchflußöffnung das erwärmte und das abgekühlte Wasser fortzuschaffen vermögen. Jetzt sind aber die Bjerknesschen Kräfte gleich der Summe der Widerstände infolge Wind und Reibung.

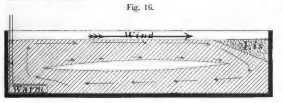
Fig. 15.



Thermische Zirkulation bei entgegenwirkendem Winde.

Wenn man dagegen auf die Wasseroberfläche in der Richtung mit dem Strome bläst, so wird das Oberflächenwasser schneller vorwärts getrieben als bisher. Gleichzeitig werden jedoch auch jetzt nur die gleichen Mengen wie vorher an dem einen Ende des Gefäßes erwärmt bzw. am anderen Ende abgekühlt, und nur die hierdurch umgewandelten Wassermengen brauchen längs des Gefäßes hinzuströmen. Da das Oberflächenwasser jetzt schneller als vorher strömt, braucht das darunter liegende Wasser nicht so schnell wie früher zu strömen, die Bjerknesschen Kräfte, die es vorwärts treiben, brauchen also nicht mehr so groß zu sein wie vorher. Die schräge Zwischenschicht legt sich deshalb beinahe horizontal, siehe Fig. 16. Jetzt sind die Bjerknesschen Kräfte gleich dem Unterschiede des Widerstandes infolge der inneren Reibung und der unterstützenden Kraft des Windes.

Fig. 16.



Thermische Zirkulation, vom Winde unterstützt.

Diese Versuche zeigen, wie verschiedenartig und voneinander getrennt die vom Winde und die durch thermische Ursachen hervorgerufenen Ströme tatsächlich verlaufen. In Fig. 15 hat der vom Winde erzeugte wirbelnde Strom sogar eine besondere Zirkulation gebildet, die vom thermischen, wirbelfreien Strome völlig getrennt ist. In Fig. 16 sind die beiden Bewegungen zwar vermischt, aber die Superposition ist so einfach hergestellt, daß man sofort sehen kann, wieviel von der Bewegung dem Winde und wieviel thermischen Ursachen zuzuschreiben ist.

7.

Die beiden Versuche, die in Fig. 12 bzw. 14 dargestellt sind, zeigen, daß es im Meere sowohl Erwärmung wie auch Abkühlung geben muß, wenn eine geschlossene Zirkulation aus thermischen Ursachen entstehen soll. Die zwei

10828

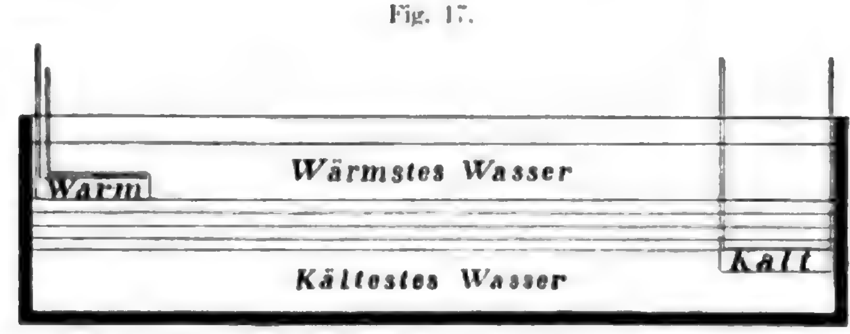
folgenden Versuche werden zeigen, daß es zu diesem Zwecke außerdem notwendig ist, daß das Niveau, auf dem das Wasser erwärmt wird, unterhalb des Niveaus liegt, auf dem es abgekühlt wird.

Wir füllen das Gefäß mit einer einzigen Wasserart von ungefähr 20 ‰ Salzgehalt und bringen im Gefäß zwei Metallröhren in 6 bzw. 14 cm Wassertiefe an, von denen die erstere von heißem Wasser von etwa 40° C., die letztere von Eiswasser von etwa 0° C. durchströmt wird. Die dünnen Röhren, die das warme und das kalte Wasser zu- bzw. ableiten, müssen hierbei durch einen Gummiüberzug isoliert sein. Das Wasser oberhalb der Warmwasserröhre und unterhalb der Eiswasserröhre kommt bald in ziemlich starke Strömung, die aber später nachläßt, um schließlich ganz aufzuhören. Das dazwischen liegende Wasser ist immer sehr still und wird schließlich ganz ruhig, so daß alles Wasser im Gefäß am Ende des Versuchs trotz der ständigen Durchströmung von warmem bzw. kaltem Wasser ruhig ist. Die Wasserbewegung kann auf verschiedenen Stufen des Versuchs beobachtet werden dadurch, daß man dann und wann etwas pulverisiertes Kaliumpermanganat ins Wasser streut und die Bewegung der hierbei entstehenden gefärbten Vertikalen beobachtet.

Es ist leicht, einzusehen, aus welchem Grunde bei diesem Versuche das Wasser schließlich vollständig still wird. Das Wasser nämlich, das die warme Metallröhre umgibt, wird beim Beginn des Versuchs wärmer und leichter als seine Umgebung und steigt an die Oberfläche hinauf, wo dadurch eine warme Schicht entsteht, die infolge des ständigen Zuflusses von warmem Wasser von unten immer dicker wird. Ist die Schicht so dick geworden, daß ihre untere Begrenzungsfläche die untere Seite der warmen Metallröhre tangiert, hört sie auf zu wachsen, weil die warme Röhre sich nunmehr innerhalb der warmen Schicht befindet. Anstatt einer weiteren Vergrößerung der Schicht findet nun eine Nachwärmung derselben statt, so daß alles Wasser in der Schicht denselben Wärmegrad erreicht wie die warme Metallröhre. Dann gibt diese keine Wärme mehr an das umgebende Wasser ab, die warme Wasserschicht wird homogen, die Bjerknesschen Kräfte innerhalb dieser Schicht verschwinden, und das Wasser selbst wird ruhig.

In ganz entsprechender Weise entsteht in dem Gefäß eine kalte Bodenschicht, deren obere Begrenzungsfläche die obere Seite der kalten Eiswasserröhre tangiert. Wenn alles Wasser in dieser Schicht den Wärmegrad der kalten Röhre annimmt und somit homogen wird, so verschwinden auch in der kalten Bodenschicht die Bjerknesschen Kräfte, und das Wasser dieser Schicht wird ebenfalls ruhig.

Fig. 17.

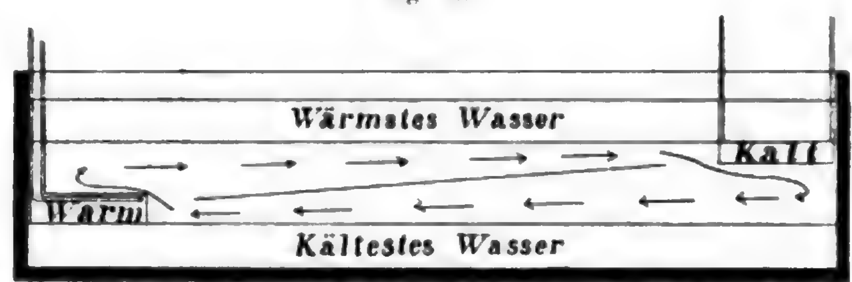


Wärmequelle oberhalb der Kältequelle. Das Wasser in der oberen und unteren homogenen Schicht, ebenso wie in der stabil gelagerten Zwischenschicht bleibt schließlich gänzlich stillstehen.

In der Zwischenschicht wird das Wasser anfangs von den heftigen Bewegungen oberhalb und unterhalb der Schicht mit fortgerissen; wenn aber diese Bewegungen abnehmen, kommt auch das Zwischenwasser zur Ruhe. Indessen bildet dieses Wasser keine homogene Schicht, sondern ist stabil gelagert, indem ihr Wärmegrad mit der Tiefe abnimmt; diese Schicht ist also streng genommen aus mehreren dünnen, horizontalen Schichten zusammengesetzt. Die horizontalen Striche in Fig. 17, die isotherme Linien darstellen, sollen dies veranschaulichen.

Das Gefäß wird jetzt geleert und von neuem mit Wasser von 20 ‰ Salzgehalt gefüllt. Wir senken die von warmem Wasser durchströmte Metallröhre 14 cm und die kalte Eiswasserröhre 6 cm tief ins Wasser hinein. Das Wasser im Gefäß kommt sofort in heftige Bewegung, die eine Zeitlang andauert. Schließlich aber kommt das Wasser oberhalb der kalten Röhre und unterhalb der warmen Röhre fast ganz zur Ruhe, während das Zwischenwasser eine regelmäßige Zirkulation ausführt, entsprechend der in Fig. 14 dargestellten. Wenn man den Wärmegrad des Wassers im Gefäß mißt, findet man die in Fig. 18 eingeschriebene Wärmeverteilung. Das wärmste Wasser liegt oberhalb des Niveaus der kalten Röhre und das kälteste Wasser unterhalb des Niveaus der warmen Röhre. Mitten drin in der Zwischenschicht liegt die schräge Fläche, die die Bjerknesschen Kräfte erzeugt, die nötig sind, um die Zirkulation in dieser Schicht zu erhalten. Oberhalb dieser Fläche ist das Wasser etwas wärmer als unterhalb derselben.

Fig. 18.



Wärmequelle unterhalb der Kältequelle. Es entsteht eine thermische Zirkulation zwischen zwei stillstehenden Schichten.

Das warme Oberflächenwasser und das kalte Bodenwasser sind beide ganz ruhig. Die geringfügige Bewegung, die es hat, rührt offenbar von der Reibung gegen die Ströme der Zwischenschicht her. Wenn man Fuchsinlösung in das Wasser der Zwischenschicht einspritzt, wird diese Schicht bald gänzlich rot gefärbt, während die Oberflächen- wie die Bodenschicht farblos bleiben. Das zwischen der Wärme- und der Kältequelle zirkulierende Wasser steht demnach in keinerlei Beziehung zu dem Wasser, das sich oberhalb des Niveaus der Kältequelle und unterhalb des Niveaus der Wärmequelle befindet.

Dieses Verhältnis kommt offenbar auf folgende Weise zustande. Bei Beginn des Versuchs wird das Wasser, das die warme Metallröhre umgibt, erwärmt, und dadurch leichter geworden als seine Umgebung, steigt es deshalb an die Oberfläche hinauf, wo es eine warme Oberflächenschicht bildet. Das Wasser dagegen, das die kalte Metallröhre umgibt, wird abgekühlt und, dadurch schwerer als seine Umgebung geworden, sinkt auf den Boden herab, wo es eine kalte Bodenschicht bildet. Diese beiden Schichten werden nach und nach immer dicker infolge des beständigen Zuflusses von warmem bzw. kaltem Wasser. Wenn die kalte Bodenschicht so dick geworden ist, daß sie die warme Metallröhre erreicht, wird ihr oberer Teil davon erwärmt, worauf das erwärmte Wasser aufwärts steigt. Aber dieses ursprünglich kalte Wasser wird nicht bis auf die hohe Temperatur der Oberflächenschicht erwärmt, weil es eben anfänglich kälter war; es bildet deshalb eine Schicht für sich unterhalb der Oberflächenschicht. In ganz entsprechender Weise ist der Vorgang, wenn die warme Oberflächenschicht allmählich so dick geworden ist, daß sie die kalte Metallröhre erreicht. Dann wird der untere Teil der Schicht von der Metallröhre abgekühlt, worauf das abgekühlte Wasser herabsinkt. Es ist aber zu warm, um bis zur niedrigen Temperatur der Bodenschicht abgekühlt zu werden, weshalb es nicht in diese hinabsinkt, sondern ebenfalls eine Schicht für sich oberhalb der Bodenschicht bildet. Sobald aber dieses Wasser an das andere Ende des Gefäßes gelangt, trifft es auf die warme Metallröhre, wird erwärmt und steigt bis zur unteren Grenzfläche der warmen Oberflächenschicht hinauf, unterhalb welcher es sich ausbreitet. Am anderen Ende des Gefäßes kommt es in Berührung mit der kalten Metallröhre, wird abgekühlt und sinkt bis zur oberen Grenzfläche der kalten Bodenschicht hinab,

oberhalb welcher es sich wieder ausbreitet und denselben Kreislauf wiederholt. In dieser Weise entsteht die Zwischenzirkulation.

Die warme Oberflächenschicht und die kalte Bodenschicht sind nunmehr von der Wärme- und der Kältequelle gänzlich abgesperrt, so daß kein Austausch mehr zwischen diesen Wasserschichten im Gefäß stattfindet. Nur in dem Falle, daß man den Versuch so weit treibt, daß die beiden stillstehenden Schichten von außen so viel Wärme empfangen bzw. abgegeben haben, daß sie beide etwa Zimmertemperatur annehmen, findet ein weiterer Austausch statt.

Aus diesen beiden Versuchen ziehen wir den Schluß, daß eine durch thermische Ursachen entstandene Zirkulation nur dann stattfindet, wenn das Niveau der Wärmequelle unterhalb des Niveaus der Kältequelle liegt. Die Zirkulation ist dabei auf den Raum zwischen diesen beiden Niveaus beschränkt, und das Wasser, das sich oberhalb der Kältequelle oder unterhalb der Wärmequelle befindet, nimmt also an dieser Zirkulation nicht teil.

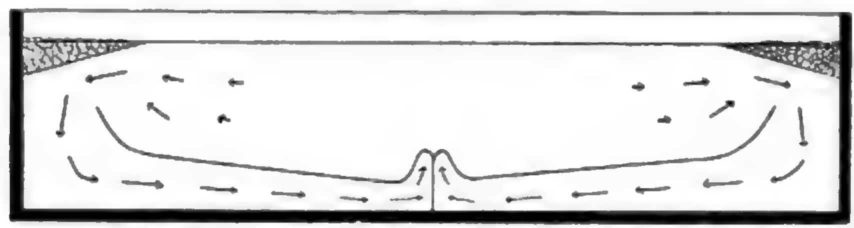
Im Meere befindet sich in den arktischen Gegenden die Kältequelle an der Oberfläche, und die Wärmequelle in den Tropen dürfte wohl kaum tiefer als 1000 m hinabdringen. Die durch thermische Ursachen hervorgerufenen Zirkulationen sind demnach im Meere auf die oberen 1000 m beschränkt, und das tiefer liegende Wasser ist von dem oberen gänzlich getrennt, vorausgesetzt, daß nicht das Unterwasser auf die eine oder andere Weise erwärmt wird.

8.

Ich will noch einen Versuch hier beschreiben, um die oben gefundenen Tatsachen noch stärker betonen zu können.

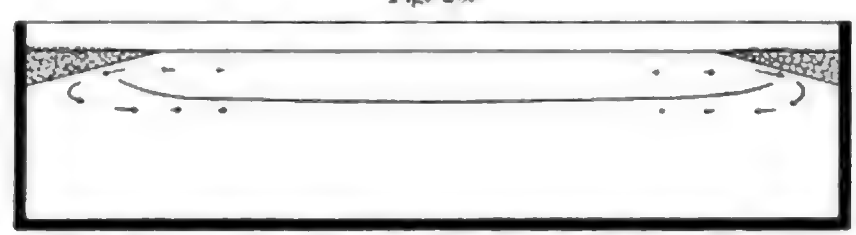
Wir füllen das Gefäß mit ein und derselben Wasserart von ungefähr 20 ‰ Salzgehalt und legen salzgemischtes Eis an beiden Enden des Gefäßes gleichzeitig hinein. Dann sinkt an beiden Enden das Wasser im Gefäß, und es entstehen zwei Bodenströme, die in der Mitte des Gefäßes zusammentreffen. Dies kann man bei Projektion des Versuchs sehr deutlich sehen. Beim Zusammenstoß bildet sich eine Erhöhung des Bodenwassers, und gleich darauf erfolgt ein Zurückprallen desselben. Fig. 19 zeigt die Form des Bodenwassers im Augenblick des Zusammenstoßes.

Fig. 19.



Eisschmelzung an beiden Enden des Gefäßes. Es entstehen zwei symmetrische Bodenströme, die in der Mitte des Gefäßes zusammenstoßen.

Fig. 20.



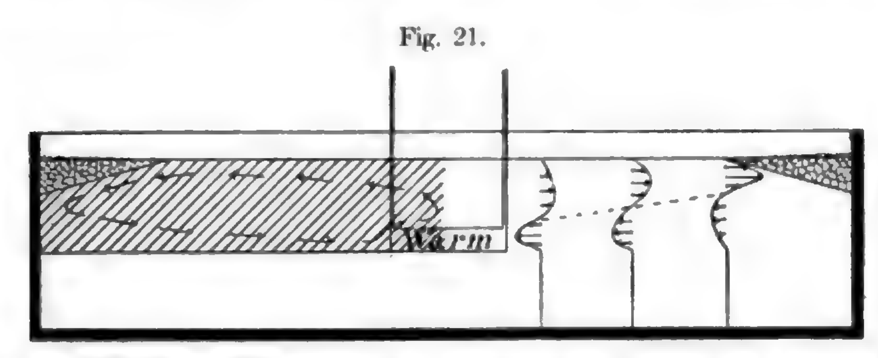
Fortsetzung des in Fig. 19 dargestellten Versuchs. Beinahe alles Wasser im Gefäß ist abgekühlt worden. Die Wasserbewegung hat jetzt beträchtlich abgenommen und wird bald gänzlich aufhören.

Dieser Versuch zeigt, wie das Wasser durch Eisschmelzung geschichtet werden kann. Es ist anfänglich im ganzen Gefäß homogen, aber sobald das Eis zu schmelzen anfängt, bildet sich eine spezifisch schwerere Bodenwasserschicht, und das Wasser besteht nunmehr aus zwei Schichten von verschiedenem spezifischen Gewicht. Während der Eisschmelzung wird die obere Schicht immer dünner und die untere Schicht immer dicker, so daß bald das in Fig. 20

dargestellte Verhältnis eintritt, wobei es in der Oberflächenschicht und dem oberen Teil der unteren Schicht nur schwache Ströme gibt, während das Bodenwasser ganz still steht. Aus Fig. 19 und 20 ersehen wir, daß sowohl die Bjerknesschen Kräfte wie auch die Wassergeschwindigkeit während der Eisschmelzung abnehmen. Schließlich wird alles Oberflächenwasser abgekühlt, die Oberflächenschicht ist somit verschwunden, und alles Wasser im Gefäß bildet eine einzige homogene Schicht von kaltem Wasser. Die Eisschmelzung kann also auch geschichtetes Wasser in homogenes umwandeln. Es wirken nun keine Bjerknesschen Kräfte mehr im Wasser, das ganz still steht. Das Eis liegt gänzlich unberührt im Wasser und schmilzt nicht länger.

Wir führen nunmehr eine Wärmequelle in Form einer von warmem Wasser durchströmten Metallröhre in der Mitte des Gefäßes ein, siehe Fig. 21. Das Wasser in der Umgebung dieser Metallröhre wird wärmer und leichter als vorher und fängt an zu steigen. Bald ist alles Wasser oberhalb des unteren Niveaus der Metallröhre auf diese Weise etwas wärmer als das darunter liegende Wasser geworden, und wir haben mithin wieder zwei Schichten im Gefäß. Eine in das Wasser eingeführte Wärmequelle kann also auch homogenes Wasser schichten. Spritzt man etwas Fuchsinlösung in das Oberflächenwasser, so findet man, daß die von der Wärmequelle in der Mitte und den Eisstücken an den beiden Enden des Gefäßes hervorgerufenen Zirkulationen auf die Schicht oberhalb des Niveaus der Metallröhre beschränkt sind; denn diese Schicht wird bald rot gefärbt, während die untere Schicht völlig klar bleibt. Der gestrichelte Teil in Fig. 21 soll das gefärbte Wasser darstellen.

Fig. 21.



Fortsetzung des in Fig. 19 und 20 dargestellten Versuchs. Eine Wärmequelle ist mitten im Gefäß angebracht, und infolgedessen sind zwei symmetrische thermische Zirkulationen neu entstanden. Das zirkulierende Wasser ist links mit Fuchsin gefärbt. Rechts sind mittels Kaliumpermanganat drei — gefärbte — Vertikale hergestellt, die vom Strome gebogen worden sind; unten sind sie noch vertikal, weil es hier keinen Strom gibt.

Wenn man pulverisiertes Kaliumpermanganat in der Weise ins Wasser streut, daß man einige gefärbte Vertikale im Gefäß erhält, so können wir aus der Bewegung dieser Vertikalen sehen, daß das Wasser in der oberen Schicht ziemlich kräftig zirkuliert, während es in der unteren Schicht beinahe still steht. Drei solche in ihrem oberen Teile gebogene Linien sind in Fig. 21 eingezeichnet. Wir sehen weiter, daß zwischen der Wärmequelle und jedem Eisstück eine Zirkulation von derselben Art stattfindet, wie die in Fig. 14 dargestellte. Selbst die schräge Fläche der Fig. 14 können wir bei diesem Versuche sehen, wenn wir mit Hilfe der gebogenen Linien in Fig. 21 Pfeile einzeichnen, die die Richtung und Größe der Wasserbewegung angeben und darauf die Punkte verbinden, wo diese Wasserbewegung gleich Null ist. (Siehe die gestrichelte schräge Linie in Fig. 21.)

Der zuletzt beschriebene Zustand dieses Versuches stellt gewissermaßen die Verhältnisse im Meere dar. Die Eisstücke an den beiden Enden des Gefäßes stellen die arktischen und antarktischen Eismassen dar, die warme Metallröhre in der Mitte des Gefäßes die Wärmekonvektion in den Tropen und den Gegenden am Äquator. Der Versuch zeigt, daß die aus thermischen Ursachen herrührenden Strömungen zwischen der Oberfläche und dem Niveau, bis auf

Digitized

welches die thermische Konvektion in den Tropen herabreicht, verlaufen, und daß das Wasser, das sich unterhalb dieses Niveaus befindet, von den thermischen Vorgängen unabhängig ist.

Dieses Tiefenwasser ist mithin den thermischen Einflüssen, wie auch dem direkten Einfluß des Windes entzogen. Es mag von Interesse sein, zu untersuchen, ob es vielleicht dennoch irgend eine Bewegung besitzen kann.

Wäre die Schicht vollständig homogen, so würden infolge Reibung gegen die darüber liegende zirkulierende Schicht zwei Zirkulationen sich in der unteren Schicht bilden, die durch eine ungefähr vertikale Scheidefläche in der Äquatorgegend getrennt wären. In diesem Falle würde also eine ziemlich kräftige Bewegung innerhalb der unteren Schicht stattfinden. Ist das Tiefenwasser dagegen aus mehreren aufeinander liegenden homogenen Schichten zusammengesetzt, so setzt die Reibung gegen die Schicht der thermischen Zirkulation die oberste dieser Schichten in Bewegung, diese teilt ihre Bewegung der nächsten Schicht mit u. s. f., etwa wie es in Fig. 5 dargestellt ist. Im Meere ist das Tiefenwasser bekanntlich beinahe homogen, aber dennoch ein wenig stabil gelagert, und es fällt mithin nicht leicht zu sagen, wie dieses Wasser infolge Reibung gegen die zirkulierende obere Schicht in Bewegung gesetzt wird.

Auch der Wind dürfte wohl einen gewissen Einfluß auf die Bewegung des Tiefenwassers haben. Wenn wir beim letzten Versuche in der Weise auf die Oberfläche blasen, wie es in Fig. 9 gezeigt wurde, so entsteht eine wellenförmige Erhebung der horizontalen Scheidefläche zwischen dem thermisch zirkulierenden Wasser und dem Tiefenwasser. Solange als der Wind konstant bleibt, bleibt diese Erhebung unverändert; wenn aber der Wind sich verändert, wird auch entsprechend die Erhebung verändert. Wahrscheinlich rufen die auf dem Meere vorherrschenden Winde in analoger Weise permanente Erhebungen und Schrägheiten der entsprechenden Scheidefläche im Meere hervor, und dann müssen die Veränderungen im Winde entsprechende Veränderungen in diesen Erhebungen und Schrägheiten hervorrufen.

Schließlich muß noch hervorgehoben werden, daß das Tiefenwasser nicht gänzlich von thermischen Vorgängen unbeeinflußt bleibt, da es ja alle Wärme in sich aufnimmt, die aus dem Innern der Erde zum Meeresboden hingeleitet wird. Diese Wärmemengen sind allerdings sehr klein, im Lauf der Zeit werden sie aber das Bodenwasser genügend erwärmen können, um es in der beinahe homogenen Tiefenwasserschicht zum Aufsteigen zu bringen.

Wieviel jede dieser drei Ursachen die Bewegung des Tiefenwassers beeinflußt, kann vielleicht durch dynamische Bearbeitung der hydrographischen Tiefenbeobachtungen festgestellt werden. Solche Beobachtungen zeigen aber schon, daß das Tiefenwasser ziemlich stark bewegt sein muß; denn es ist so gut ventiliert, daß es die unzähligen Tiere in diesen Tiefen mit genügendem Sauerstoff zu versehen vermag. So ventiliert könnte es kaum sein, wenn es nicht ab und zu in Berührung mit der Atmosphäre käme. Dieses Wasser kann aber nicht bis an die Oberfläche gelangen, ohne von unten her erwärmt zu werden, und somit scheint es, als ob die aus dem Inneren der Erde kommende Wärme wenigstens eine gewisse Rolle für die Bewegung dieses Wassers spielt.

9.

Die Ergebnisse der obigen Untersuchung können wir zu folgendem Schlußurteil zusammenfassen. Die Ursachen der Meeresbewegungen können in zwei Gruppen geteilt werden. Zur ersten Gruppe gehören alle Kräfte mechanischer Natur, die das Wasser nur fortbewegen können, ohne eine physikalische Veränderung desselben zu bewirken, wie der Wind, die ablenkende Kraft der Erddrehung, der Widerstand infolge der inneren Reibung des Wassers, und die Trägheitskraft, die eine bewegte Wassermasse bei Stoß oder Reibung gegen anderes Wasser ausübt. Jeder von solchen Kräften vorwärts getriebene Strom hat die charakteristische Eigenschaft, daß er eine kreisende Bewegung in einer einzigen Schicht ausführt.

Zur zweiten Gruppe der Bewegungsursachen gehören die Vorgänge, die eine Veränderung des spezifischen Gewichts des Meerwassers zur Folge haben, wie Erwärmung und Abkühlung, Vergrößerung des Salzgehaltes infolge Verdunstung oder Ausfrierens und weiter Verminderung des Salzgehaltes durch Zufluß von Flußwasser oder Eisschmelzung. In jedem aus solchen Ursachen vorwärts getriebenen Strom sind die Bjerknesschen Kräfte gleich groß wie der gesamte Widerstand gegen den Strom, und sie haben dieselbe Richtung wie die Wasserbewegung. Der Strom selbst hat die charakteristische Eigenschaft, daß er wirbelfrei ist und in mehreren Schichten verläuft.

Die Reisen deutscher Segelschiffe in den Jahren 1893 bis 1904 und ihre mittlere Dauer.

(Hierzu 2 Übersichtskarten, Tafeln 1 u. 2.)

Einleitung. Unter obigem Titel erscheint im »Aus Archiv der Deutschen Seewarte«, Jahrgang 1907, eine Arbeit, in der versucht worden ist, durch Zusammenstellung einer großen Anzahl Seglerreisen ihre mittlere Dauer für die Gegenwart abzuleiten. Die Hauptpunkte und Ergebnisse dieser Arbeit mögen hier für weitere Kreise auszugsweise wiedergegeben werden, während in bezug auf die umfangreichen Tabellen und weitere Einzelheiten auf die Originalarbeit verwiesen werden muß. Bemerkt sei noch, daß hierbei nur eine rein statistische Zusammenstellung über die Dauer der verschiedenen Reisen gegeben werden konnte, von einer Schilderung der Ursachen aber, die die Länge oder Kürze der Reisen bedingten, abgesehen werden mußte. Wie schon die Überschrift besagt, wurden zu der Arbeit lediglich die Reisen benutzt, die in den Jahren 1893 bis 1904 von deutschen Segelschiffen ausgeführt worden sind, und deren meteorologisches Journal bis Ende 1904 bei der Deutschen Seewarte eingeliefert worden war. Es sind also bei weitem nicht alle Reisen benutzt, sondern nur die Reisen der Schiffe, die ein Journal für die Deutsche Seewarte führen. Weiter als auf das Jahr 1893 zurückzugreifen, schien nicht zweckentsprechend, da eine ähnliche Arbeit, die noch das Jahr 1892 umfaßt, seinerzeit von Prof. Dr. Schott veröffentlicht worden ist,[1]) und es deshalb gerade interessant schien, diese mit den jetzt gefundenen Resultaten vergleichen zu können.

In der Originalarbeit befinden sich sehr umfangreiche tabellarische Zusammenstellungen der Reisen; und zwar sind sie in drei Hauptabschnitte gegliedert, von denen der erste alle Reisen im Bereiche des Atlantischen Ozeans, der zweite alle nach dem Stillen Ozean, der dritte alle nach dem Indischen Ozean behandelt. Ausreisen, Heimreisen und Zwischenreisen sind in jedem Hauptabschnitte getrennt voneinander angeführt und die dadurch entstandenen Unterabschnitte wieder nach der geographischen Lage der einzelnen Plätze gegliedert worden. In die Gruppe der »Ausreisen« eines jeden Hauptabschnittes sind alle die Reisen aufgenommen, die von einem europäischen Hafen nach einem Hafen des betreffenden Ozeans unternommen worden sind, in die Gruppe der »Heimreisen« alle die, die von einem Hafen des betreffenden Ozeans nach einem europäischen Hafen gemacht worden sind, in die Gruppe »Zwischenreisen« alle die, die von einem Hafen des betreffenden Ozeans nach einem anderen nichteuropäischen Hafen ausgeführt worden sind.

Die Tabellen der Originalarbeit enthalten außer der mittleren Reisedauer auch die Reisedauer der verschiedenen Gattungen von Schiffen, nämlich der eisernen und hölzernen, der kleinen, mittleren und großen Schiffe, ferner Angaben über die längste und kürzeste Reise in diesen Gruppen u. a. m., so daß jeder, der spezielle Information wünscht, auf das Original zurückgreifen möge. Hier

---

[1]) Vgl. »Die Verkehrswege der transozeanischen Segelschiffahrt in der Gegenwart«, in Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, XXX. Band, 1895, Nr. 3, mit 4 Tafeln.

folgt nur ein kurzer Auszug der wichtigsten Ergebnisse nebst den Isochronen-Karten (Tafeln 1 u. 2). Es wurden nämlich mit den Mittelwerten als Grundlage und mit Zuhilfenahme von Prof. Dr. Schott's Arbeit für die Ausreisen und Heimreisen Karten der Linien gleicher Reisedauer angefertigt, aus denen man ohne langes Suchen die jeweilig gesuchte mittlere Dauer einer Reise entnehmen kann.

Atlantischer Ozean.

I. Aus- und Heimreisen. 1. Nach der Ostküste von Nordamerika kamen in den Jahren 1893 bis 1904 für Segelschiffsreisen nur die Häfen New York, Philadelphia und Savannah in Betracht; nach den weiter nördlich gelegenen Häfen Kanadas wurden nur vereinzelte Reisen unternommen. New York steht mit 110 Reisen an erster Stelle, nächstdem Philadelphia mit 69, hiernach Savannah mit 50 Reisen. Die mittlere Reisedauer betrug etwa 2 Tage weniger als in den Jahren 1883 bis 1892, nämlich 40 Tage gegen 42 nach New York und Philadelphia (37 Tage auf dem direkten Wege, 41 von Fair Island, 48 auf dem Passatwege) und 43.3 gegen 45.5 Tage nach Savannah. Die kürzeste Reise nach New York wurde in 19 Tagen auf dem direkten Wege, in 25 von Fair Island, in 30 auf dem Passatwege, nach Philadelphia in 20, 24 und 36 Tagen und nach Savannah in 28 Tagen gemacht. Die längsten Reisen nach New York und Philadelphia dauerten 71 und 74 Tage auf dem Passatwege, 60 und 55 von Fair Island und 59 und 52 auf dem direkten Wege. Nach Savannah ist die längste Reise mit 69 Tagen angegeben. 2. Von der Ostküste von Nordamerika. Außer den obengenannten Häfen, von denen 161, 56 und 64 Schiffe nach Lizard segelten, käme für die Heimreisen noch Brunswick mit 11 Reisen in Betracht. Die mittlere Dauer der Rückreisen ist der günstigeren Windverhältnisse halber bedeutend kürzer als die der Ausreisen; sie betrug von New York und Philadelphia 27.5 Tage gegen 26 nach früheren Berechnungen, von Savannah und Brunswick 31.4 gegen 32 Tage. Die kürzesten und längsten Reisen wurden von New York in 16 und 47, von Philadelphia in 17 und 41, von Savannah in 21 und 55 und von Brunswick in 23 und 45 Tagen gemacht. 3. Nach dem Golf von Mexiko, Westindien und der Ostküste Südamerikas nördlich vom Äquator ist der Verkehr deutscher Segler nur noch unbedeutend. 7 Reisen führten nach Tampa, 16 nach Pensacola, 34 nach New Orleans, 14 nach Barbados, 19 nach Port of Spain und 8 nach der Orinoko-Mündung. Selten wurden noch Häfen von Haiti, Cuba oder an der Nord- und Ostküste von Südamerika aufgesucht. Die Durchschnittsdauer der Reisen nach Tampa, Pensacola und New Orleans schwankt zwischen 45 und 47 Tagen, während sie nach Barbados und Port of Spain knapp 35 und nach der Orinoko-Mündung 33 Tage beträgt. Von den früher gefundenen weichen diese Resultate wenig ab, nur die Reisen nach New Orleans sind um etwa 5 Tage schneller geworden, 44.8 Tage gegen 50 Tage. Die kürzesten und längsten Reisen beanspruchten nach Tampa 41 und 51, nach Pensacola 36 und 55, nach New Orleans 34 und 59, nach Barbados 25 und 47, nach Port of Spain 23 und 45 und nach der Orinoko-Mündung 27 und 45 Tage. 4. Rückreisen vom obigen Gebiet wurden am häufigsten von Pensacola, New Orleans, Laguna de Terminos und Port of Spain unternommen. Die aus 25 Reisen gefundene mittlere Dauer von Pensacola betrug 44.5 Tage, die aus 41 Reisen von New Orleans 43.8, die aus 16 Reisen von Laguna de Terminos 57.3 und die aus 32 Reisen von Port of Spain 37.9 Tage. Danach haben die Reisen von Pensacola und New Orleans etwa 5 Tage, 45 gegen 40, und die von Laguna de Terminos etwa 2 Tage, 57 gegen 55, länger gedauert als früher, während die Reisen von Port of Spain um 2 Tage, 38 gegen 40, kürzer geworden sind. Die kürzesten Reisen wurden in 29 (24 von Mobile), 25, 38 und 28, die längsten in 66.59, 80 und 53 Tagen ausgeführt. 5. Nach der Ostküste Südamerikas südlich vom Äquator segelten von Lizard aus 9 Schiffe nach Para, 6 nach Pernambuco, 11 nach Bahia, 60 nach Rio de Janeiro, 89 nach Santos, 7 nach Desterro, 33 nach Montevideo und 18 nach Buenos Aires. Nach andern Häfen an der Ostküste von Südamerika wurden nur vereinzelte Reisen unternommen. Die mittlere Reisedauer war durchwegs länger als früher und betrug nach Para,

Pernambuco und Bahia gut 40 Tage gegen etwa 35 Tage, nach Rio de Janeiro 46.2 gegen 42.5, nach Santos 47 gegen 43.5, nach dem La Plata 55 gegen 53 Tage. Die kürzesten und längsten Reisen nach den einzelnen Häfen dauerten 24 und 52 Tage nach Para, 30 und 59 nach Pernambuco, 33 und 51 nach Bahia, 31 und 73 nach Rio de Janeiro, 30 und 77 nach Santos, 48 und 64 nach Desterro, 34 und 73 nach Montevideo, 39 und 81 Tage nach Buenos Aires. 6. Rückreisen von der Ostküste Südamerikas wurden fast ausschließlich von den Hafenplätzen des La Plata gemacht; nur einzelne Schiffe segelten von Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro oder Santos nach Lizard. Auch für die Heimreisen wurden durchschnittlich höhere Werte gefunden als früher, wo die Reisen im Mittel 61.5 Tage von La Plata dauerten, während sie nach den jetzigen Berechnungen 65 Tage in Anspruch nahmen. Die kürzeste Reise wurde von Montevideo in 49, von Buenos Aires in 50 Tagen, die längste in 84 und 97 Tagen ausgeführt. 7. Mit der Westküste von Afrika hat der Verkehr deutscher Segelschiffe fast gänzlich aufgehört.

II. Zwischenreisen. 8. Innerhalb des Atlantischen Ozeans wurden verschiedentlich Reisen zwischen Häfen der westindischen Inseln ausgeführt. Mehrfach versegelten auch Schiffe von der Ostküste Nordamerikas nach der Ostküste Südamerikas und umgekehrt oder nach dem Golf von Mexiko oder sie liefen von hier aus nach einem Hafen des La Plata. Letztere Reisen nahmen alle eine sehr lange Zeit in Anspruch, im Mittel etwa 93 Tage; die kürzeste Reise von Pensacola nach Buenos Aires konnte erst nach 71, die von Pascagoula nach Montevideo erst nach 74 Tagen vollendet werden. Die längsten Reisen von den beiden Hafenplätzen nach Buenos Aires und Montevideo dauerten 113 und 111 Tage. 9. Nach dem Stillen Ozean versegelten von der Ostküste Nordamerikas die Schiffe meistens von Philadelphia und New York nach Yokohama, Nagasaki und Hiogo, während von der Ostküste Südamerikas der größte Teil der Schiffe einen Salpeterplatz an der Westküste Südamerikas aufsuchte. Selten hatten die Reisen von da die Westküste von Nordamerika oder die Ostküste von Australien als Endziel. Die mittlere Dauer der Reisen von Philadelphia oder New York nach japanischen Häfen wurde mit 148 Tagen ermittelt, wobei die Reisen durch die Sundastraße 133, durch die östlichen Durchfahrten 158 und um Australien herum 150 Tage in Anspruch nahmen. Die kürzeste Reise durch die Sundastraße wurde in 109, durch die östlichen Durchfahrten in 123 und um Australien herum in 126 Tagen ausgeführt, während die längsten 153, 207 und 184 Tage dauerten. Nach den Salpeterplätzen Chiles wurden die Reisen von Santos aus durchschnittlich in 52, von Montevideo in 50 Tagen gemacht; die kürzesten dauerten 34 und 35 Tage, die längsten 68 und 75. 10. Nach dem Indischen Ozean wurden nur wenige Zwischenreisen ausgeführt. Die verhältnismäßig meisten Reisen führten von New York nach Java, Hongkong oder der Südküste von Australien und von Brasilien nach Rangun und der Südküste von Australien. Die mittlere Reisedauer von New York nach Anjer wurde zu 104 Tagen, die nach Hongkong zu 135 und die nach Australien zu 98 Tagen berechnet. Die kürzesten Reisen wurden in 92, 106 und 84 Tagen, die längsten in 111, 158 (östliche Durchfahrten) und 114 Tagen gemacht. Von Brasilien nach Rangun segelten die Schiffe im Durchschnitt in 89.4, nach Australien in 56 Tagen; die kürzesten Reisen wurden in 73 und 48, die längsten erst nach 113 und 73 Tagen zurückgelegt.

Stiller Ozean.

I. Aus- und Heimreisen. 11. Nach der Westküste Südamerikas ist von Europa heutzutage zweifellos der größte Verkehr deutscher Segelschiffe. Namentlich sind es Valparaiso und die Häfen Nord-Chiles, die alljährlich von einer großen Anzahl von Seglern aufgesucht werden. Seltener werden dagegen Reisen nach Callao in Peru und Guayaquil an der Ecuador-Küste unternommen. Die mittlere Reisedauer nach dieser Küste ist aber, trotzdem gerade in dieser Fahrt vielfach sehr schnelle Reisen gemacht worden sind, wenig oder gar nicht kürzer geworden. Sie beträgt nach Valparaiso aus 213 Reisen 82.5 Tage gegen 83 Tage nach früheren Ermittlungen, nach Taltal aus 57 Reisen 84.1 Tage

gegen 88, nach Iquique aus 169 Reisen 88.5 Tage gegen 92, nach Caleta Buena und Pisagua aus 41 Reisen 96.1 Tage gegen 93, nach Callao aus 12 Reisen 101.6 Tage gegen 99 und nach Guayaquil aus 13 Reisen 115.5 Tage gegen 108. Man sieht hieraus, daß nur die Reisen nach Taltal und Iquique im Durchschnitt etwas schneller geworden sind, während die Reisen nach anderen Hafenplätzen durchschnittlich längere Zeit beanspruchen als früher. Die kürzesten und längsten Reisen nach Valparaiso dauerten 58 und 129 Tage, nach Taltal 62 und 111, nach Iquique 57 und 126, nach Caleta Buena und Pisagua 69 und 119, nach Callao 74 und 123, nach Guayaquil 89 und 136 Tage. 12. Rückreisen von der Westküste Südamerikas werden fast nur von den Salpeterhäfen Nord-Chiles aus unternommen; Valparaiso oder die Häfen von Peru und Ecuador kommen hierfür kaum noch in Betracht. Am meisten sind Reisen von Taltal mit 32, von Tocopilla mit 83, von Iquique mit 443, von Caleta Buena mit 135, von Junin mit 29 und von Pisagua mit 67 vertreten. Eigentümlicherweise haben aber die Rückreisen von Tocopilla und Taltal trotz der geringeren Entfernung im Mittel 100 und 102 Tage gedauert, während von den übrigen Hafenplätzen zusammen die Durchschnittsreisen in 96 Tagen gemacht worden sind. Die früher gefundene mittlere Reisedauer betrug von Taltal 93, von Iquique 98 Tage. Die kürzesten und längsten Reisen wurden von Taltal in 70 und 125 Tagen, von Tocopilla in 60 und 126, von Iquique in 57 und 137, von Caleta Buena in 69 und 151, von Junin in 79 und 144 und von Pisagua in 68 und 147 Tagen ausgeführt. 13. Der Verkehr mit der Westküste von Zentralamerika, Mexico, Nordamerika und mit Honolulu ist von Europa aus lange nicht so bedeutend als der mit der Westküste von Südamerika. Am häufigsten wurden Mazatlan, Santa Rosalia, San Francisco und Honolulu besucht; weniger häufig wurden Reisen nach San Diego, Port los Angelos, Astoria und den Häfen des Puget-Sundes unternommen. Die mittlere Reisedauer nach den einzelnen Plätzen stellt sich im Vergleich zu früher, wie folgt: nach Mazatlan 131 Tage aus 22 Reisen gegen 128 Tage, nach Santa Rosalia 132.4 Tage aus 62 Reisen gegen 135, nach San Francisco 133.6 Tage aus 39 Reisen gegen 139, nach Astoria 132.2 Tage aus 10 Reisen gegen 148, nach Kap Flattery 142.6 Tage aus 12 Reisen gegen 150 und nach Honolulu 133.2 Tage aus 47 Reisen gegen 129 Tage. Die kürzesten und längsten Reisen wurden nach Mazatlan in 101 und 171, nach Santa Rosalia in 108 und 217, nach San Diego in 116 und 162, nach Port los Angeles in 110 (nach San Pedro) und 170, nach San Francisco in 98 und 185, nach Astoria in 111 und 153, nach Kap Flattery in 116 und 167 und nach Honolulu in 102 und 170 Tagen ausgeführt. 14. Heimreisen in größerer Anzahl vom obigen Gebiet wurden 41 von Punta Arenas C. R., 7 von San Juan del Sur, 8 von Corinto, 75 von San Francisco, 109 von Astoria und 92 von Kap Flattery aus unternommen; von Mazatlan und in der Nähe liegenden Hafenplätzen sowie von Santa Rosalia wurden nur einzelne, von Honolulu überhaupt keine Rückreisen angetreten. Im Mittel wurden die Reisen von Punta Arenas in 141.9, von San Juan del Sur in 144.3, von Corinto in 128.7, von San Francisco in 130.5, von Astoria in 129.5 und von Kap Flattery in 137.1 Tagen vollendet, während die kürzesten 112, 106, 104, 97, 103, 103, die längsten 203, 166, 139, 170, 163 und 171 Tage dauerten. Ebenso wie die Ausreisen nach der Westküste von Nordamerika wurden auch die Heimreisen von dieser Küste etwas schneller gemacht als früher, wo sie von San Francisco im Mittel etwa 134, von Kap Flattery 143 Tage in Anspruch nahmen. 15. An der Ostküste von Australien sind es hauptsächlich Sydney und Brisbane, die von Europa kommende Schiffe anlaufen. Nach Tasmanien und Neu-Seeland ist der Verkehr nur ganz unbedeutend, nach anderen Südseeinseln hat er ganz aufgehört. Im Mittel wurden die Reisen nach der Ostküste von Australien erheblich schneller gemacht als früher, nämlich in 91.7 Tagen aus 26 Reisen nach Sydney gegen 105 Tage nach früheren Berechnungen und in 103.6 Tagen aus 18 Reisen nach Brisbane gegen früher 115 Tage. Nach Dunedin dagegen dauerten die Reisen durchschnittlich 7 Tage länger (105 gegen 98) als früher. Hierbei muß jedoch bemerkt werden, daß bei diesem Hafen nur 4 Reisen zur Mittelbildung verwertet werden konnten.

Die kürzeste Reise nach Sydney wurde in 72 Tagen, nach Brisbane in 92 und nach Dunedin in 89 Tagen ausgeführt, die längsten Reisen beanspruchten 118, 125 und 110 Tage. 16. Von der Ostküste Australiens, Neu-Seeland und einigen Südseeinseln. Für Europa wurden Schiffe fast nur in Sydney beladen, selten fanden Schiffe auch Ladung in Brisbane, Townsville, Neu-Kaledonien und Neu-Seeland. Von Sydney gebrauchten die Schiffe durchschnittlich ebenso lange wie früher, nämlich 109.5 Tage, gefunden aus 24 Reisen. Von Brisbane und Neu-Kaledonien dagegen wurden die Reisen im Durchschnitt bedeutend schneller gemacht; es betrug die mittlere Dauer aus 6 Reisen von Brisbane 101 Tag gegen früher 118, aus 6 Reisen von Neu-Kaledonien 116.5 Tage gegen früher 120. Von Neu-Seeland aber wurde die mittlere Dauer aus 6 Reisen zu 106 Tagen gegen früher 101 Tag gefunden. Die kürzeste Reise von Sydney wurde in 79, von Brisbane in 87, von Neu-Kaledonien in 99 und von Neu-Seeland in 78 Tagen vollendet, die längsten dauerten 142, 118, 122 und 114 Tage. 17. Ausreisen nach Ostasien wurden fast nur nach Kiautschou, Nagasaki und Yokohama unternommen, während Rückreisen von da nach Europa überhaupt nicht ausgeführt worden sind. Die mittlere Reisedauer betrug aus 10 Reisen nach Kiautschou 132.5 Tage (124.6 durch die Sundastraße und 140.4 durch die östlichen Durchfahrten), aus 11 Reisen nach Nagasaki 135.6 Tage (119.8 durch die Sundastraße, 150.2 durch die östlichen Durchfahrten und 172 (1 Reise) um Australien herum), und aus 19 Reisen nach Yokohama 139.6 Tage, (nämlich 131.9 durch die Sundastraße, 144.5 durch die östlichen Durchfahrten und 141.8 um Australien herum). Nach früheren Berechnungen dauerte eine Reise nach Kiautschou im Durchschnitt 150 Tage, nach Nagasaki 140, nach Yokohama 142.5 Tage. Die kürzesten Reisen wurden durch die Sundastraße in 115, 105, 114 Tagen, durch die östlichen Durchfahrten in 122, 112, 125 Tagen, um Australien herum in —, 172, 126 Tagen gemacht, die längsten nahmen durch die Sundastraße 136, 127, 149 Tage, durch die östlichen Durchfahrten 153, 192, 159 Tage, um Australien herum —, 172, 162 Tage in Anspruch.

II. Zwischenreisen. 18. Innerhalb des Stillen Ozeans werden außer den Küstenreisen an der Westküste von Amerika von Süd nach Nord und umgekehrt besonders häufig Zwischenreisen von der Ostküste Australiens nach der Westküste von Südamerika und von Japan nach dem Puget-Sunde und nach Astoria unternommen. Selten sind Reisen von der Westküste von Amerika nach Australien. Von Valparaiso nach einem Salpeterplatze dauerten die Durchschnittsreisen gewöhnlich 8 Tage, während die kürzeste in 4, die längsten in 14 und 17 Tagen gemacht worden sind. Von Talcahuano nach Callao segelten die Schiffe im Mittel in 12 Tagen, die kürzeste Reise dauerte 8 Tage, die längste 18 Tage. Auf dem umgekehrten Wege dagegen beanspruchte eine Durchschnittsreise 23 Tage, die kürzeste Reise 16, die längste 29 Tage. Von Santa Rosalia nach Taltal wurde die mittlere Reisedauer zu 61 Tagen berechnet, die kürzeste Reise ist in 49, die längste in 71 Tagen ausgeführt worden. Nach dem Puget-Sunde dauerten von Santa Rosalia die Reisen im Mittel nur 32 Tage; die kürzeste Reise wurde nach 22, die längste nach 50 Tagen vollendet. Lange Zeit nahmen die Reisen vom Puget-Sunde nach dem im Südost-Passatgebiet gelegenen Callao in Anspruch, nämlich 76.5 Tage im Mittel; die kürzeste Reise wurde in 47, die längste in 96 Tagen gemacht. Schneller dagegen verliefen die Reisen von der Ostküste von Australien nach der Westküste von Südamerika, auf welcher Fahrt die mittlere Reisedauer zwischen 46 und 56 Tagen schwankt. Die kürzesten Reisen wurden von Newcastle nach Valparaiso in 36 und von Sydney nach Tocopilla in 33 Tagen ausgeführt, während die längsten 69 Tage von Newcastle nach Taltal und Pisagua dauerten. Von Japan nach dem Puget-Sunde oder nach Astoria ist die mittlere Reisedauer etwa 33 Tage. Die kürzeste und längste Reise wurde von Nagasaki in 28 und 58 Tagen, von Hiogo in 25 und 47, von Yokohama in 22 und 47 und von Hokodate in 25 und 31 Tagen vollendet. Von der Westküste von Amerika wurden 2 Reisen von Iquique nach Sydney und Newcastle in 79 und 70 Tagen, 1 Reise von Callao nach Newcastle in 52, 3 Reisen von Guaymas und Santa Rosalia nach Sydney und Newcastle in 48, 81

und 60 Tagen gemacht, 3 Reisen von San Francisco nach Sydney und Newcastle wurden in 57, 44 und 35 Tagen, und endlich 2 Reisen von Kap Flattery in 67 und 66 Tagen ausgeführt. 19. Nach dem Atlantischen Ozean wurden nur wenige Zwischenreisen vom Stillen Ozean aus unternommen. Verhältnismäßig die meisten führten von Hiogo nach New York, wohin 6 Schiffe durch die Sundastraße im Mittel in 131 Tagen segelten, während 1 Schiff durch die östlichen Durchfahrten 133 Tage und eins auf dem Wege um Kap Horn 130 Tage gebrauchte. Die kürzeste Reise dauerte 104, die längste 155 Tage. 20. Nach dem Indischen Ozean versegelten vom Stillen Ozean aus einige Schiffe von der Westküste von Nord- und Südamerika nach Südaustralien und der Ostküste von Afrika oder von Japan nach Hinterindien.

Indischer Ozean.

I. Aus- und Heimreisen. 21. Nach dem Kaplande, nach Ostafrika und den Inseln im westlichen Indischen Ozean wurden in letzter Zeit hauptsächlich nur Reisen nach Kapstadt, Port Elisabeth, East London, Port Natal und Delagoa Bay unternommen. Dar-es-Salaam und Port Louis sind mit je 4 Reisen, Zanzibar nur mit 2 Reisen vertreten. Die mittlere Reisedauer nach Kapstadt betrug aus 46 Reisen 64.5 Tage gegen 61 Tage nach früheren Ermittlungen, nach Port Elisabeth aus 26 Reisen 65 gegen 65, nach East London aus 12 Reisen 72.4 gegen 67, nach Port Natal aus 23 Reisen 76.8 gegen 68 und nach Delagoa Bay aus 10 Reisen 73.1 gegen 70.5 Tage. Die kürzesten und längsten Reisen nach Kapstadt dauerten 51 und 89 Tage, nach Port Elisabeth 49 und 86, nach East London 58 und 87, nach Port Natal 62 und 90 und nach Delagoa Bay 58 und 87 Tage. Die Durchschnittsreisen nach Dar-es-Salaam und Port Louis nahmen 92.5 und 81 Tage, die kürzesten 83 und 68, die längsten 100 und 93 Tage in Anspruch. Nach Zanzibar gebrauchte das eine Schiff 84 Tage, das andere 78 Tage. Nach früheren Angaben dauerte eine Durchschnittsreise nach Dar-es-Salaam und Zanzibar 90 Tage, nach Port Louis 80 Tage. 22. Heimreisen von diesen Küsten werden nur noch selten ausgeführt. 23. Von den Ausreisen nach Vorderindien, Ceylon, Hinterindien und China hatten 5 Colombo, 7 Calcutta, 24 Rangun, 6 Pinang, 44 Singapur und 10 Hongkong als Endziel. Einzelne Reisen wurden auch nach Chittagong und Bassein unternommen. Im Mittel wurden die Reisen nach Colombo in 96.8 Tagen, früher 100, nach Calcutta in 92.4, früher 121, nach Rangun in 106.1, früher 116, nach Pinang in 124.5, früher 105, nach Singapur in 110.8 (114.6 durch die Malakka-, 107 durch die Sundastraße), früher 112.5 und nach Hongkong in 125 Tagen (117.5 durch die Sundastraße, 136.5 durch die östlichen Durchfahrten), früher 132 Tagen ausgeführt. Die kürzesten und längsten Reisen wurden nach Colombo in 79 und 109, nach Calcutta in 83 und 99, nach Rangun in 85 und 139, nach Pinang in 84 und 137, nach Singapur durch die Sundastraße in 82 und 131, durch die Malakkastraße in 90 und 138, nach Hongkong durch die Sundastraße in 92 und 130, durch die östlichen Durchfahrten in 111 und 146 Tagen gemacht. 24. Für die Heimreisen kommen fast ausschließlich die Reishäfen Hinterindiens Bassein, Rangun und Bangkok in Betracht, von welchen Häfen 34, 53 und 22 Reisen nach Europa ausgeführt worden sind. Die aus diesen Reisen gefundene mittlere Dauer weicht nur bei den Reisen von Bangkok erheblich gegen frühere Resultate ab. Sie beträgt von Bassein 130 Tage gegen 130.5, von Rangun 129.3 gegen 130, von Bangkok aber 144.1 Tage gegen 137 Tage nach früheren Berechnungen. Die kürzesten Reisen wurden nach 102, 91 und 107 Tagen, die längsten nach 183, 191 und 165 Tagen vollendet. 25. Nach Java und nach der West- und Südküste von Australien. Nach Java ist der Verkehr nur noch unbedeutend, 8 Reisen wurden nach Anjer, 5 nach Batavia und je 3 nach Semarang, Soerabaya und Banjoewangi ausgeführt. Nach Australien segelte aber in letzter Zeit noch eine ziemliche Anzahl von deutschen Schiffen, und zwar 23 nach Fremantle, 21 nach Port Pirie, 28 nach Port Adelaide und 33 nach Melbourne. Die mittlere Reisedauer nach Anjer und Batavia beanspruchte 97 Tage, früher 100, und die nach Semarang, Soerabaya und Banjoewangi

105.8 Tage, früher etwa dasselbe. Die kürzesten Reisen wurden in 82 und 91 Tagen, die längsten in 114 und 123 Tagen zurückgelegt. Nach Fremantle gelangten die Schiffe nach einer durchschnittlichen Reise von 92 Tagen gegen 86.5 nach früheren Beobachtungen, nach Port Pirie und Port Adelaide von 89 gegen 91, und nach Melbourne von 91 Tagen gegen 92. Die kürzesten Reisen dauerten 78, 75, 72 und 71 Tage, die längsten 110, 110, 115 und 117 Tage. 26. Heimreisen vom obigen Gebiet wurden fast nur von den Hafenplätzen der West- und Südküste Australiens unternommen. Von Fremantle segelten 16 Schiffe, von Rockingham und Bunbury je 6, von Albany 9, von Port Pirie und Wallaroo 24, von Port Adelaide 9, von Geelong und Melbourne 26 Schiffe nach Lizard. Die mittlere Dauer der Reisen war durchweg länger als früher und betrug von den drei erstgenannten Plätzen 120 Tage gegen 109, von Albany sogar 132.9 gegen 111, von Port Pirie, Wallaroo und Port Adelaide 115 gegen 112 und von Geelong oder Melbourne 112 gegen 109 Tage. Die kürzesten und längsten Reisen wurden von den drei ersten Plätzen in 95 und 147 Tagen, von Albany in 121 und 152, von Port Pirie, Wallaroo und Port Adelaide in 83 und 176 und von Geelong und Melbourne in 76 und 143 Tagen ausgeführt.

II. Zwischenreisen. 27. Innerhalb des Indischen Ozeans werden, abgesehen von den Küstenreisen längs der Ostküste von Afrika und denen von Singapur nach den Reishäfen, hauptsächlich Reisen von Kapstadt und Ostafrika nach der West- und Südküste von Australien oder umgekehrt unternommen. Mehrere Schiffe segelten auch von Hongkong nach Singapur. Die mittlere Reisedauer von Kapstadt nach Port Elisabeth betrug 8.4 Tage, die kürzeste Reise wurde in 3, die längste in 16 Tagen ausgeführt. Eine gleiche mittlere Dauer hatten die Reisen von Port Elisabeth nach Delagoa Bay. Die kürzeste Reise konnte aber auf diesem Wege erst nach 6, die längste schon nach 10 Tagen vollendet werden. Von Singapur nach Bassein oder Rangun segelten die Schiffe im Mittel in 18.3 Tagen, die kürzeste Reise dauerte 8, die längste 32 Tage. Nach Bangkok wurden von Singapur die Reisen durchschnittlich in 14.7 Tagen, die kürzeste Reise in 9, die längste in 20 Tagen ausgeführt. Von Hongkong nach Singapur dauerte eine Durchschnittsreise zur Zeit des SW-Monsuns 41 Tage, die kürzeste Reise 32, die längste 57 Tage. Ein Schiff segelte zur Zeit des NO-Monsuns in 6 Tagen nach Singapur. Von Afrika nach Australien stellten sich die Reisen, wie folgt:

	im Mittel	kürzeste Reise	längste Reise
	Tage	Tage	Tage
Von Kapstadt nach Fremantle und Albany	32.6	29	38
„ Port Elisabeth und East London nach Fremantle und Albany	27.6	22	35
„ Port Natal und Delagoa Bay nach Fremantle und Albany	30.7	22	41
„ Kapstadt nach Port Adelaide und Melbourne	42.2	29	58
„ Port Elisabeth und East London nach Port Adelaide und Melbourne	36.9	27	45
„ Port Natal und Delagoa Bay nach Port Adelaide und Melbourne	36.0	27	45

Auf dem Wege von der Westküste von Australien nach der Ostküste von Afrika betrug die mittlere Reisedauer etwa 46 Tage, die kürzeste Reise wurde in 32, die längste in 53 Tagen ausgeführt. Von Port Adelaide und Melbourne nach dieser Küste dauerten die Reisen aber im Mittel 64 Tage; die kürzeste Reise beanspruchte 54, die längste 80 Tage. Nach Kapstadt gebrauchten von diesen Häfen die Schiffe im Durchschnitt 70 Tage. Die kürzeste Reise wurde in 47, die längste erst in 92 Tagen vollendet. 28. Nach dem Atlantischen Ozean wurden Zwischenreisen vom Indischen Ozean aus in größerer Anzahl von Rangun nach Rio de Janeiro und Santos und von Singapur nach New York ausgeführt. Im übrigen wurden Reisen von Kapstadt und den Häfen Ostafrikas nach Westindien oder einem brasilianischen Hafen gemacht. Einzelne Reisen wurden auch von Hongkong und Java nach New York und Philadelphia und von der West- und Südküste Australiens nach Argentinien unternommen. Die mittlere Reisedauer von Rangun nach Rio de Janeiro und Santos betrug 106, die von Singapur nach New York 116 Tage. Die kürzeste Reise von Rangun nach Rio de Janeiro wurde in 77, die längste von Rangun

Digitized by Google

nach Santos in 144 Tagen ausgeführt, während die kürzeste von Singapur nach New York 92, die längste 143 Tage dauerte. 29. Nach dem Stillen Ozean. Im Stillen Ozean ist es Newcastle N. S. W., wo sich fast der ganze Verkehr vom Indischen Ozean aus vereinigt. Von Kapstadt, von den Häfen Ostafrikas, von der West- und Südküste Australiens segeln die meisten Schiffe nach diesem Hafen, um dann von hier aus, mit Kohlen beladen, ihre Reise nach der Westküste von Amerika fortzusetzen. Selten werden von Afrika oder auch von der Südküste Australiens aus direkte Reisen nach der Westküste von Amerika unternommen. Von Kapstadt nach Newcastle wurden die Reisen durchschnittlich in 43 Tagen, die kürzeste Reise in 33, die längste in 54 Tagen ausgeführt. Nach der Westküste von Südamerika beanspruchten die Reisen im Mittel 75.5 Tage. Die kürzeste Reise wurde in 63, die längste in 87 Tagen gemacht. Von Port Pirie und von Port Adelaide wurde Newcastle durchschnittlich in 12, von Melbourne schon in 7 Tagen erreicht, während die kürzeste Reise von ersteren Plätzen 5, die längste 23, von Melbourne 2 und 16 Tage dauerte.

A. Paulus.

Über Schnittpunkte auf Segelschiffsreisen vom Nordatlantischen zum Südatlantischen Ozean.

Von M. Prager, Assistent der Deutschen Seewarte.

Nach den im »Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean« auf Seite 419 gegebenen Anweisungen werden, entsprechend den meteorologischen Verhältnissen, für Segelschiffe, die nach Südamerika oder nach dem Kap Horn bestimmt sind, für jeden Monat bestimmte Wege in Vorschlag gebracht. Im allgemeinen lauten die Vorschriften dahin, daß ein Segelschiff, das Gelegenheit hatte, die Kap Verdeschen Inseln östlich zu passieren, von 15° N-Br. an möglichst südlichen Kurs halten soll, um 5° N-Br. nicht westlicher als 26° W-Lg. zu schneiden; dasselbe gilt für Schiffe, die westlich von den Kap Verden vorbeigehen, auch sie sollen den angegebenen Schnittpunkt nach Möglichkeit zu erreichen suchen. Diesen Schnittpunkt anzuholen empfiehlt sich aus dem Grunde, weil südlich von 5° N-Br., namentlich in den Monaten März und April, der Südostpassat zwischen 2° und 3° N-Br. einzusetzen pflegt. Um nach dem Einsetzen des Südostpassats möglichst Süd zu machen, sind die Schiffe genötigt, auf B-B.-Halsen beim Winde zu segeln. Für die genannten Monate wird noch besonders empfohlen, den Äquator ja nicht westlicher als in 29° W-Lg. zu schneiden, weil erstens mit der zwischen 0° bis 10° S-Br. nach Westen setzenden Strömung zu rechnen ist, anderseits der Südostpassat auf der angegebenen Strecke unter Umständen eine sehr südliche Richtung einzuhalten pflegt. Das mögliche Zusammenwirken beider Einflüsse kann zur Folge haben, daß dann ein Schiff auf stark westlichem Kurse der Küste von Brasilien, noch ehe es 10° S-Br. schneidet, zugeführt und sich unter der Küste zum Wenden genötigt sehen wird. Abgesehen von dem Zeitverlust, versetzt das Freikreuzen von der Küste einen mittelmäßigen Segler in eine unangenehme Lage, aus der er nur durch einen bald aufraumenden Südostpassat befreit werden kann. Die genaue Befolgung der im »Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean« gegebenen und begründeten Vorschriften wird wohl in den meisten Fällen das Freisegeln der Küste von Brasilien zur Folge haben, indes kommen doch Ausnahmen vor.

So z. B. konnte die Bark »Marco Polo«, Kapt. Schönwandt, im Anfang April 1898, trotzdem sie 5° N-Br. noch etwas östlicher als in 26° W-Lg. geschnitten hatte, doch nicht die Küste von Brasilien freisegeln. Der für Anfang April ungewöhnlich weit nördlich reichende Südostpassat setzte schon auf 3° N-Br. ein und hatte fortdauernd eine so südliche Richtung, nämlich SzO bis SSO, daß das Schiff immer westlicher als SW anlag. Am 7. April, als »Marco Polo« den Äquator kreuzte, war die Länge 28.5° W. Obgleich nun für April dieser Schnittpunkt nicht sehr westlich lag, so wurde doch »Marco Polo« durch den sehr süd-

lichen Wind und die nach Westen setzende Strömung so weit nach Westen gedrängt, daß vor der Küste von Brasilien gewendet werden mußte. Wenn nun auch der Zeitverlust von 6 Wachen, die das Schiff auf St-B.-Halsen segelte, nicht allzusehr ins Gewicht fällt, so kam dazu eine in der Nähe von Fernando Noronha für mehrere Tage eintretende Windstille, die den Zeitverlust bedeutend vergrößerte. Die sonst bis zur Linie gute Reise des Schiffes wurde infolge dieser widrigen Umstände sehr verzögert, indem »Marco Polo« von 0° bis zu 10° S-Br. volle 10 Tage gebrauchte.

Die Bekanntgabe der durch Kapt. Schönwandt unter der Küste von Brasilien gemachten Erfahrung führte zu einer eingehenden Untersuchung dieses Falles. Auf Seite 503 der »Ann. d. Hydr. usw.« 1898 wurde auf Grund des meteorologischen Journals der Bark »Marco Polo« dieser Ausnahmefall erläutert und von der Deutschen Seewarte den Schiffsführern angeraten, in Anbetracht der Möglichkeit, daß sich ein solcher Fall wiederholen könnte, im Monat April die Schnittpunkte von 10° bis 5° N-Br. etwas östlicher, als im »Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean« angegeben ist, zu verlegen, wenigstens dahin zu streben, zwischen 5° bis 0° N-Br. jede Gelegenheit zu benutzen, soviel als möglich Ost anzuholen, was nördlich der Linie zwischen 3° bis 0° N-Br. mit Hilfe des hier öfters nordöstlich setzenden Stromes meistens leichter auszuführen ist. So wie es der Bark »Marco Polo« ergangen ist, wird es alljährlich wohl anderen Schiffen auch ergehen, aber da ihre Zahl im Verhältnis nur gering ist, so laufen Nachrichten darüber nur spärlich ein.

Die oben angegebene Sicherheitsmaßregel, im April zwischen 5° bis 0° N-Br. so viel Ost anzuholen, als möglich ist, könnte nach einem ganz ähnlichen Ausnahmefall auch noch auf den Anfang Mai ausgedehnt werden, denn es wird in dem kürzlich eingegangenen meteorologischen Journal der Viermastbark »Reinbek« von dem Führer dieses Schiffes, Kapt. Simon, berichtet, daß er am 7. Mai 1905 sich genötigt gesehen habe, unter der Küste von Brasilien zu wenden, trotzdem er 5° N-Br. auf 23.5° W-Lg. und den Äquator auf 27.6° W-Lg. geschnitten habe. An der betreffenden Stelle im meteorologischen Journal am 7. Mai erwähnt Kapt. Simon, daß er 140 Sm östlich von Fernando Noronha gewesen sei und er niemals erwartet hätte, noch unter der brasilianischen Küste wenden zu müssen.

Im nachstehenden seien die Reisen der »Reinbek« und der Viermastbark »Schürbek«, die fast zur selben Zeit unter der Küste von Brasilien zum Wenden genötigt war, sowie zum Vergleich die Reisen einiger anderer Mitsegler herangezogen. In den ersten Morgenstunden des 7. April 1905 passierte »Reinbek«, nach Santa Rosalia bestimmt, Lizard. Mit veränderlichen frischen bis starken westlichen Winden erreichte »Reinbek« am 16. April schon auf 33.7° N-Br. die Nordgrenze des Nordostpassats und setzte mit dem vorwiegend aus NNO wehenden, 4 bis 5 B. starken Passatwind den Kurs östlich von den Kap Verdeschen Inseln. Der 15. Breitenparallel wurde am 23. April auf 20.7° W-Lg., der 10. am 25. April auf 22.6° W-Lg. und der 5. am 27. April auf 23.9° W-Lg. geschnitten. Die Südgrenze des Nordostpassats und gleichzeitig die Nordgrenze des Südostpassats wurde am 29. April auf 2.3° N-Br. erreicht. Der Südostpassat setzte mit Stärke 1 bis 2 B. ein, ging aber am 1. Mai auf 1° N-Br. in Mallung über, und schwache südwestliche Winde waren bis zum 2. Mai mittags vorherrschend. Darauf setzte der Südostpassat mit Stärke 3 bis 5 B. wieder ein, aber aus sehr südlicher Richtung, so daß »Reinbek« auf stark westlichem Kurse am 2. Mai um Mitternacht auf 27.6° W-Lg. den Äquator schnitt. Gelegenheit, etwas südlichen Kurs einzuhalten, fand sich nur während einiger Wachen am 3. Mai mit frischem OSO-Winde. 5° S-Br. schnitt »Reinbek« am 5. Mai in 31.3° W-Lg. Schon am 4. Mai um Mittag holte der Wind mit Stärke 4 bis 5 B. wieder nach SSO herum und blieb so sehr südlich, zeitweilig sogar SzO bis zum 7. Mai. Der ständig stark westliche Kurs infolge des so ungünstigen Passats führte »Reinbek« schnell der Küste von Brasilien zu, und um Mittag des 7. Mai wurde Land gesichtet. Um 3^{h} 30^{min} N. desselben Tages auf 6 Sm Abstand von der Küste auf 8.8° S-Br. und 34.6° W-Lg. wurde auf St-B.-Halsen gewendet und bis 12^{h} N. von der Küste abgesegelt. Während dieser 2 Wachen legte das Schiff eine Distanz von 40 Sm

auf östlichem Kurse zurück. In den ersten Morgenstunden des 8. Mai, als »Reinbek« auf B-B.-Halsen wieder der Küste zusegelte, blieb der Wind noch sehr südlich, holte dann aber östlicher bis OSO herum mit Stärke 4 bis 5 B. 10° S-Br. wurde am 9. früh in 35° W-Lg. geschnitten. Somit hat »Reinbek« von Lizard bis 10° S-Br. 30 Tage gebraucht. Zu bemerken ist, daß der Standort des Schiffes am 2. Mai auf 27.6° W-Lg., als es den Äquator schnitt, keineswegs ungünstig war, und nur dadurch, daß der Wind anhaltend aus sehr südlicher Richtung wehte, wurde das Schiff der Küste von Brasilien zu nahe gebracht. Zwischen 5° N-Br. und 5° S-Br. wurde »Reinbek« 7.4° nach Westen abgedrängt, und zwar von 5° bis 0° N-Br. 3.7° und von 0° bis 5° S-Br. ebenfalls 3.7° W-Lg.

Fast zur selben Zeit, nur einen Tag früher wie »Reinbek«, passierte am 6. April die Viermastbark »Schürbek«, Kapt. Nicolai, nach Valparaiso bestimmt, Lizard. Das Schiff traf nahezu dieselben Windverhältnisse auf seinem Wege nach Süden zu an, aber anstatt wie »Reinbek« östlich von den Kap Verdeschen Inseln zu segeln, blieb »Schürbek« westlich davon und schnitt infolgedessen den 15. Breitenparallel am 24. April in 26.1° W-Lg., den 10. am 26. April in 25.8° W-Lg. und den 5. am 28. April in 25.5° W-Lg. Die Nordgrenze des Südostpassats traf »Schürbek« schon auf 3.2° N-Br. und 25.4° W-Lg. an, schnitt den Äquator am 3. Mai 4h N. auf 26.8° W-Lg., stand also noch fast einen Grad östlicher wie »Reinbek« am 2. Mai um Mitternacht. Der 5.° S-Br. wurde am 5. Mai auf 31.6° W-Lg. geschnitten, und am 7. Mai um 12h N., als das Schiff auf St-B.-Halsen gewendet wurde, war der Standort 9.5° S-Br., 35.1° W-Lg. »Schürbek« lag nur eine Wache, 0h bis 4h V., am 8. Mai von der Küste ab und segelte 11 Sm in nordöstlicher Richtung. Der darauf einsetzende frische OSO-Wind führte das Schiff schnell südlich. Den 10.° S-Br. schnitt »Schürbek« 12h V. am 8. Mai auf 35.4° W-Lg., während »Reinbek« erst 12 Stunden später am 9. Mai um Mitternacht diesen Breitenparallel passierte. Zwischen 5° N-Br. und 5° S-Br. wurde »Schürbek« 6.1° nach Westen gedrängt, und zwar von 5° bis 0° N-Br. 1.3°, von 0° bis 5° S-Br. 4.8° W-Lg. Nach den Aufzeichnungen im meteorologischen Journal hatte »Schürbek« von 0° bis 10° S-Br. mit Ausnahme weniger Wachen ständigen frischen Passat aus Südostrichtung angetroffen und hätte an und für sich nach dem günstigen Stand am Äquator der Küste von Brasilien mit dem ständig südlicheren als Südwestkurs nicht zu nahe kommen müssen. Während nun »Reinbek« immer einen Tag voraus südlich der Linie frische SSO- und SzO-Winde antraf und gezwungen war, einen stark westlichen Kurs zu segeln, traf »Schürbek« frischen SO-Wind an, mit dem ein von der Küste von Brasilien freiführender Kurs eingehalten werden konnte. Demnach muß für »Schürbek« ein Einfluß in Rechnung kommen, der von so ausschlaggebender Bedeutung war, daß das Schiff trotz so viel günstigerer Verhältnisse doch noch fast zu gleicher Zeit wie »Reinbek« unter der Küste von Brasilien zum Wenden genötigt wurde. Nach den Aufzeichnungen in den meteorologischen Journalen beider Schiffe ist der für »Schürbek« ungünstigere Umstand in der verschiedenartigen Strömung zu suchen. Während »Reinbek« südlich der Linie einen in WSW-Richtung setzenden Strom von durchschnittlich 0.7 Sm per Stunde antraf, fand »Schürbek« einen Tag später 1.1 bis 2 Sm per Stunde in WzS- und W-Richtung setzenden Strom vor. Die größte Versetzung fand »Schürbek« am 6. Mai mittags S 89° W 46 Sm in 24 Stunden. War also für »Reinbek« der sehr südliche Wind schon besonders ungünstig, so war für »Schürbek« die stärkere Strömung noch ungünstiger! Allerdings entzieht es sich der Beurteilung, inwieweit auf den verschiedenen Schiffen verschieden scharf darauf geachtet wurde, daß gut voll und bei gesegelt, aber auch nichts vergeben wurde.

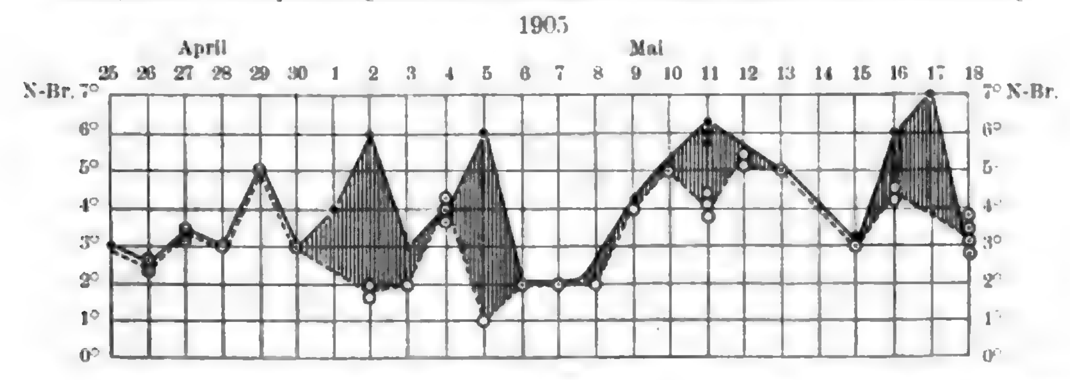
In nachstehender Zusammenstellung sind neben den Schnittpunkten, die für die beiden genannten Schiffe in Betracht kommen, noch einige andere Mitsegler tabellarisch eingereiht:

Schiff	Reise		Ort in		15° N-Br.		10° N-Br.		5° N-Br.		Äquator		5° S-Br.		10° S-Br.		Wind von
			N	W	am	in W	am	in W	am	in W	am	in W	am	in W	am	in W	10° S-Br.
…bek«	Newcastle—Valparaiso	6. 4.	49.1°	5.9°	24. 4.	26.1°	26. 4.	25.8°	28. 4.	25.5°	3. 5.	26.8°	5. 5.	31.6°	8. 5.	35.4°	SO
…rat	Hamburg—Antofagasta	6. 4.	49.1°	5.6°	25. 4.	25.6°	27. 4.	25.7°	29. 4.	25.1°	4. 5.	27.6°	6. 5.	30.2°	8. 5.	33.1°	SO
…ek	Hamburg—Santa Rosalia	7. 4.	49.1°	6.0°	23. 4.	20.7°	25. 4.	22.6°	27. 4.	23.9°	2. 5.	27.6°	5. 5.	31.3°	9. 5.	35.0°	SSO-SzO
…	Port Talbot—Pisagua	12. 4.	49.3°	10.3°	27. 4.	26.2°	29. 4.	25.0°	1. 5.	23.5°	5. 5.	25.5°	7. 5.	28.9°	9. 5.	33.0°	SOzS
…Hackfeld	Hamburg—Honolulu	16. 4.	49.8°	5.2°	1. 5.	25.4°	3. 5.	25.3°	6. 5.	24.3°	10. 5.	27.0°	12. 5.	29.3°	13. 5.	31.7°	SOzS
…ani-	Antwerpen—Valparaiso	17. 4.	48.9°	5.6°	29. 4.	26.5°	1. 5.	26.0°	3. 5.	24.6°	7. 5.	27.7°	9. 5.	29.0°	10. 5.	32.2°	SO
…art	Port Talbot—Iquique	18. 4.	50.7°	6.6°	5. 5.	22.0°	7. 5.	23.2°	9. 5.	24.2°	13. 5.	27.0°	15. 5.	29.5°	16. 5.	32.0°	SO
Mozart	Port Talbot—Junin	21. 4.	50.3°	7.2°	9. 5.	22.0°	12. 5.	23.9°	14. 5.	24.1°	18. 5.	27.5°	20. 5.	30.5°	21. 5.	32.5°	SOzS

Die mit einem * bezeichneten Schiffe haben unter der Küste von Brasilien wenden müssen.

Um ein Bild von den Grenzen der Passatwinde, soweit sie für die Zeit vom 1. bis 3. Mai und für das Gebiet von 26° bis 29° W-Lg. in Frage kommen, wiederzugeben, sind neben den in obiger Tabelle schon angegebenen noch eine Anzahl anderer Beobachtungen den »Tabellarischen Reiseberichten« entnommen. Aus der unten aufgeführten graphischen Darstellung der Passatgrenzen ergibt sich zunächst, daß für die einzelnen Tage vom 25. April bis 18. Mai zwischen 25° bis 31° W-Lg. die Schwankung der Grenzen namentlich in der Zeit vom 1. bis 3. Mai eine beträchtliche war, in gleicher Weise vom 4. bis 6. und 16. bis 18. Mai, weniger in der Zeit vom 10. bis 12. Mai. Dagegen liegen in der Zeit vom 25. bis 30. April, 6. bis 10. und 12. bis 16. Mai die Grenzen des Nordost- und Südostpassats fast zusammen, also fand ein Übergang vom Nordost- in den Südostpassat fast unmittelbar statt. Es trat also vom 1. bis 3., 4. bis 6., 10. bis 12. und 16. bis 18. Mai zwischen den beiden um 2° bis 4° voneinander getrennten Grenzen ein Gebiet der Mallungen auf. Da nun »Reinbek« in dieses ausgedehnte Mallungsgebiet hineingeraten war, das Schiff wurde hier um 2° nach Westen gedrängt, so folgt daraus, daß südlich des ausgedehnten Mallungsgebietes zunächst sehr südliche Winde vorherrschend waren, denn außer »Reinbek« trafen die Schiffe »Klio«, »Marie Hackfeld« und »Mozart«, nachdem sie das Mallungsgebiet passiert hatten, sehr südlichen Passat an. Dagegen lief »Schürbek« einen Tag hinter »Reinbek« und einen Grad östlicher stehend ohne besondere Unterbrechung schnell in den Südostpassat hinein. Wie schnell die Verschiebung der Passatgrenzen vor sich geht, zeigt auch der Weg, den das Schiff »Pirat« genommen hat. Einen Tag hinter »Schürbek« traf »Pirat« zwischen dem 2. bis 3. Mai die Südgrenze des Nordostpassats erst zwischen 3° bis 2° N-Br. an, und schon wenige Stunden später setzte der Südostpassat dauernd ein. Ebenso günstig lagen die Windverhältnisse am 25. bis 30. April, 6. bis 10. und 12. bis 16. Mai; zu diesen Zeiten fand der Übergang vom Nordost- in den Südostpassat fast unmittelbar statt.

Passatgrenzen im Äquatorialgebiet des Atlantischen Ozeans zwischen 26° bis 29° W-Lg.



Erklärung. Die schattierten Flächen in der graphischen Darstellung zeigen das Mallungsgebiet an den darüber angegebenen Tagen und zwischen den seitlich bezeichneten Breitengraden an. Allerdings ist aus Mangel an zu-

reichenden Beobachtungen nicht bestimmt nachzuweisen, daß für mehrere Tage, z. B. 1. bis 3., 4. bis 6. Mai, im Gebiet zwischen 26° bis 29° W-Lg. das Mallungsgebiet sich ausdehnte, ebenso, ob wenige Tage später auf dem ganzen Gebiet die Grenzen der Passatwinde eng zusammenlagen. Die Südgrenze des Nordostpassats ist durch einen Punkt, die Nordgrenze des Südostpassats durch einen Kreis kenntlich gemacht. Kreis und Punkt deuten an, daß die Grenzen beider Passate sehr nahe zusammenliegen.

Kleinere Mitteilungen.

1. **Berichtigung** zu dem Aufsatz: **Dr. Wegemann, Eine einfache Methode der Gezeitenberechnung mittels der harmonischen Konstanten für den praktischen Gebrauch.** In dem genannten Aufsatz (»Ann. d. Hydr. usw.« 1907, S. 455 u. ff.) hat der Unterzeichnete einen Apparat zur Vorausberechnung der Flutstunden und Höhe mittels der harmonischen Konstanten beschrieben. Der Apparat ist jedoch nur anwendbar, um Tiden von annähernd gleicher Periode mit genügender Genauigkeit zu vereinigen, da die Vereinigung nach dem Gesetz vom Kräfteparallelogramm streng genommen nur für Tiden von gleicher Periode zulässig ist. Da indes die Tiden derselben Gruppe nur wenig differieren in der Periode, so ist zwar die Vereinigung der einzelnen Viertel-, Halb- und Ganztagstiden unter sich mittels des Apparates mit zureichender Genauigkeit möglich; dagegen nicht die Vereinigung der Resultierenden der Gruppen, wie sie in dem Beispiel Hamburg den 23. IX. 07 vorgenommen ist. Dr. Wegemann.

2. **Berichtigung zu: Joh. Möller, Über die astronomische Kontrolle der Chronometer auf See.** In meinem Artikel in Heft XII der »Ann. d. Hydr. usw.« 1907 müssen auf Seite 566[1]) in den Formeln die Größen λ und λ' miteinander vertauscht, der Faktor $d\lambda$ im Nenner der rechten Seite der Gleichungen (16) und (17) ausgelassen und auf Zeile 24 von oben das Wort Bogenmaß durch Zeitmaß ersetzt werden. Die Fehler, die ich zu entschuldigen bitte, sind durch die große Eile verursacht, mit der das Manuskript geschrieben und gedruckt und die Korrektur gelesen werden mußte, da ich den erst infolge des Artikels des Herrn J. Krauß auf Seite 467 des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift entstandenen Aufsatz noch vor dem am 7. Januar erfolgenden Zusammentritt der Jahrbuchkonferenz veröffentlicht sehen wollte. Dr. J. Möller.

3. **Ein interessanter Fall der Einwirkung des Blitzes auf den Schiffsmagnetismus und den Kompaß.** Erlebt und mitgeteilt vom Kommandanten der königl. Jacht »Margita«, Desiderius Kasumovic.

Die königl. Jacht »Margita« (80 Tonnen, aus Eisen), das Schulschiff der nautischen Schule in Bakar (Croatien), erfuhr auf dem Adriatischen Meere einen Blitzschlag, dessen Wirkungen auf den Magnetismus des Schiffes untersucht wurden.

Am 15. September 1907 befand sich die »Margita«, von einer Instruktionskreuzung heimkehrend, kaum 3 Sm nördlich von der Stadt Osor (Insel Cres, Adria) im wahren Kurse N 15° W steuernd.

Schon um Mittag bereitete sich in SW ein Gewitter vor, dessen Nahen von einer schwarzen, sehr beweglichen Wolke gemeldet wurde.

Um $0^h\ 30^{min}$ N. befand sich die Jacht bereits im Bereich des Gewitters; es begann zu blitzen, zu donnern und heftig zu regnen. Ein Blitz schlug in nächster Nähe des Schiffsheckes ein, und zwar so stark, daß ein Schüler auf Deck fiel und die unter dem Deck befindlichen Schüler elektrische Flammen aus ihren Händen und Füßen strömend beobachtet haben sollen. Der Steuermann fühlte einen Schlag in der Hand. Der ganzen Schiffsbemannung bemächtigte sich das Gefühl, welches man hat, wenn man sich elektrisieren läßt.

[1]) Diese Abhandlung ist versehentlich im Inhaltsverzeichnis des Jahrganges 1907 der »Ann. d. Hydr. usw.« nicht aufgeführt. Es wird gebeten, dieselbe dort nachzutragen. D. Red.

Nach der Detonation, die sehr heftig war, eilte der Kommandant sofort zu dem Kompaß, der sich ganz achter vor dem Steuer befindet, um den Kurs zu kontrollieren, da durch den heftigen Regen jede Nah- und Fernsicht genommen wurde. Er las den Kurs N 16° O ab und konstatierte, da der gegebene N 6° W war, eine konstante Deviation des Nordendes der Rose nach B-B. im Werte von 22°.

Um 1h N. war das ganze Unwetter vorüber. Die Jacht lag jetzt, dem jetzt in Sicht kommenden Lande nach zu beurteilen, noch im richtigen Kurse. Es mußten also starke Veränderungen — durch den Blitz verursacht — im Schiffsmagnetismus vor sich gegangen sein. Bevor ich auf die Resultate der diesbezüglichen Untersuchungen eingehe, will ich etwas über die bisherige Verteilung des Schiffsmagnetismus der »Margita« mitteilen.

Wie aus den wiederholt gemachten Beobachtungen hervorgeht, hat das Schiff: Bug SSO, Heck NNW auf Stapel gelegen. Die magnetische Achse bildete einen Winkel von 17° mit der Kiellinie. Dementsprechend war die Verteilung der Deviationen wie die Kurve (Fig. 1) zeigt.

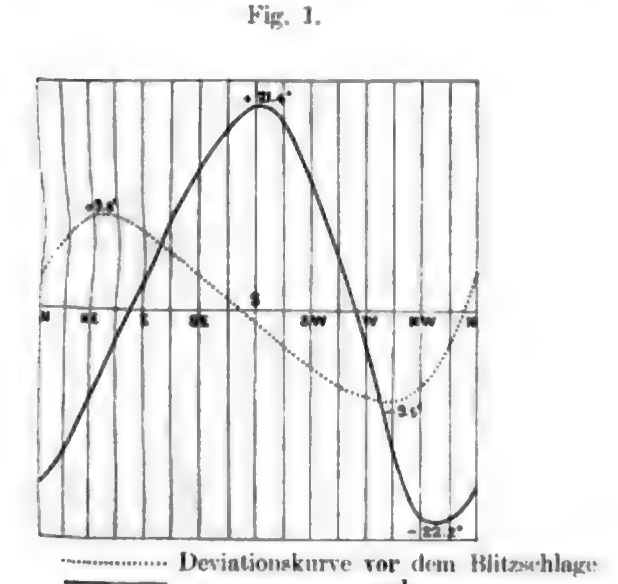
Aus der Berechnung der Koeffizienten findet man ein sehr kleines C = + 2.7°, nur ein mittelmäßiges B = + 8.5°. Der Steuerkompaß ist nach dem System Florian konstruiert und ist mittschiffs etwa 3 m vom Heckrande aufgestellt. Da er kompensiert war, befand sich der B-Korrektor auf + 8.5°, der C-Korrektor auf + 2.7° der Skalateilung.

Die Untersuchung der Wirkung des Blitzstrahles bezog sich auf den Magnetismus der Rose und den des Schiffes. Die Prüfung der magnetischen Kraft der Rose wurde nach der bekannten Methode der Schwingungen vorgenommen und konstatiert, daß die Rose sich nach zwei Schwingungen, die sehr schwach und ungleichmäßig waren, auf einen Grad genau in die Ruhelage stellte.

Daraus folgerte man, daß die Rose durch den Blitz in ihrer magnetischen Kraft stark geschwächt worden war. Die Kompensationsmagnete (B- und C-Korrektor) wurden ebenfalls einer Prüfung unterzogen. Sie hatten auch einen Teil ihres Magnetismus verloren und waren die den Skalateilen entsprechenden Deviationen hervorzubringen nicht mehr imstande.

Die Untersuchung bezüglich der Veränderung des Schiffsmagnetismus ergab, wie die beistehende auf Skizze 1 gezeichnete Deviationskurve zeigt, eine gänzliche Umkehrung der Deviationen.

Fig. 1.



·············· Deviationskurve vor dem Blitzschlage
———— " nach " "

Fig. 2.

N-Kurs

N—S Magnet. Achse vor dem Blitzschlage

Fig. 3.

N—S Magnet. Achse nach dem Blitzschlage

Die Berechnung des Steuerbordwinkels ergibt eine neue magnetische Achse des Schiffes, die um einen Winkel von 79° von der Kiellinie nach B-B. absteht und nicht mehr wie die alte fast längsschiffs, sondern mehr querschiffs läuft (Fig. 2 u. 3). Die alte magnetische Achse wurde also um volle 96° aus ihrer Richtung herausgedreht.

Als Folge der Achsendrehung zeigt sich ein großes $C = -19.9°$, früher $+2.7°$ und ein etwas abgeschwächtes $B = +3.7°$, früher $+8.5°$.[1])

Der Steuerbordwinkel vergrößerte sich von 17° auf 281°.

Der Blitz hatte, wie beobachtet wurde, ganz nahe der achtern Backbordplanken eingeschlagen.

4. Über eine eventuelle Korrektion der Reduktionskonstanten eines magnetischen Theodoliten.

Bei der Beobachtung der Horizontalintensität bewirkt die einseitige Belastung der Ablenkungsschiene durch den Magneten und seinen Träger eine Deformation des Instrumentes, die nicht ohne Einfluß auf die Beobachtung bleibt. Erstens wird die Schiene ein wenig nach unten gebogen und zweitens das ganze Instrument nach der belasteten Seite hin geneigt. Die Folge davon ist, daß sowohl der vertikale als der horizontale Abstand zwischen Magnet und Nadel sich ändert. Während der Einfluß der Änderung des vertikalen Abstandes immer unmerklich sein wird, kann der aus der Änderung des horizontalen Abstandes entspringende Fehler, wenn die Nadel nicht an einem sehr kurzen Faden aufgehängt ist, einen Grad erreichen, der seine Berücksichtigung erfordert. Ich habe an dem Wilhelmshavener magnetischen Hauptinstrumente, dem Bambergschen Theodoliten Nr. 1849, die Größe der Neigung bei einseitiger Belastung der Schiene mit dem Ablenkungsmagneten bestimmt. Da die Empfindlichkeit des sich am Instrument befindenden Niveaus nicht ausreichte, wurde ein empfindlicheres auf das Nadelgehäuse parallel zur Ablenkungsschiene aufgesetzt und der Ausschlag der Blase bei abwechselnd östlicher und westlicher Belastung durch den Magneten und seinen Träger beobachtet. Da hier in den Entfernungen 24.5 und 31.5 cm die Ablenkungen beobachtet zu werden pflegen, so wurden auch für diese Entfernungen des Magneten die Neigungen bestimmt. Es ergab sich bei den Untersuchungen eine Neigung des ganzen Instruments von 8.4″ bei 24.5 cm und 10.8″ bei 31.5 cm Entfernung. Es wächst demnach die Neigung proportional mit der Entfernung des Auflagepunktes, da 8.4 : 10.8, 24.5 : 31.5, und es ist allgemein anzunehmen, daß dies bei den geringen auftretenden Kräften und Deformationen für alle Instrumente der Fall sein wird, daß also für jedes Instrument $\frac{i}{e}$ und damit $\frac{\Delta e}{e}$, d. h. $\Delta \log e$ eine Konstante ist.

Bei dem hiesigen Instrumente hat der Faden, an welchem die Nadel hängt, eine Länge von 51 cm. Es ist daher:

$$\frac{\Delta e}{e} = \frac{8.4 \cdot 51 \cdot \sin 1''}{24.5} = \frac{10.8 \cdot 51 \cdot \sin 1''}{31.5} = 0.000084$$

Die Reduktionskonstante ist in der üblichen Bezeichnung:

$$C = \pi \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot K}{e^3}}$$

und demnach

$$\Delta \log C = -\frac{3}{2} \frac{\Delta e}{e} \cdot 0.4343.$$

Für das hiesige Instrument wird also

$$\Delta \log C = + 0.000055$$

Bei einer Horizontalintensität von 0.18 bedeutet dies eine Zunahme von 2.3γ.

Wenn die Konstante k in C nicht nach der neueren und an sich sichereren Methode von Professor Börgen, sondern nach der alten Lamontschen Methode

[1]) Diese hier mitgeteilte Deviationsänderung ist in Übereinstimmung mit den bisher bekannt gewordenen ähnlichen Fällen, z. B. denen der britischen Kriegsschiffe »Raleigh« und »Hawke« (Admiralty Manual 1904, S. 13) und des D. »Calabria« (Ann. d. Hydr. usw. 1905, S. 131). In allen diesen Fällen trat die größte Veränderung in der Querschiffskomponente des permanenten Magnetismus ein, ebenso wie im vorliegenden Falle. Eine neuere Mitteilung über die Wirkung eines Blitzschlages auf den Kompaß am 11. Oktober d. J. auf dem Norddeutschen Lloyd-Dampfer »Hohenzollern«, Kapt. Gerdes, im Mittelmeere (Hansa 1907, S. 934) enthält keine Angaben über danach erfolgte Untersuchung der Deviation. D. Red.

mit Hilfe des Theodoliten selbst bestimmt worden ist, so ist außer dieser Korrektion eventuell noch eine zweite anzubringen, denn die Beobachtungen zur Bestimmung von k sind auch beeinflußt durch die Biegung des ganzen Instrumentes. Wie sich aber leicht zeigen läßt, ist dieser Einfluß verschwindend klein in wohl allen Fällen, so daß er nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Nach Lamont ist:

$$\log k = \log Q + \log \sin \varphi - \log \left[3 \sin \psi + 8 \sin \psi' - \eta^7 (3 \sin \varphi + 8 \sin \varphi')\right],$$

worin

$$Q = \left(7 + 3 \frac{l^2 \cdot \eta^2}{e^2 \cdot (1 + \eta^2)}\right)(1 - \eta^4) \cdot \eta^3 .$$

Es bedeuten hierin l die Länge der Nadel und η das Verhältnis der zwei Entfernungen, in denen die vier Ablenkungen vorgenommen werden. Da die Neigungen proportional den Entfernungen wachsen, ist $\Delta \eta = 0$, und es wird demnach:

$$\Delta \log k = \Delta \log Q = - \frac{6 \frac{l^2 \cdot \eta^2}{e^3 \cdot (1 + \eta)^2} \cdot \Delta e}{7 + 3 \frac{l^2 \cdot \eta^2}{e^2 (1 + \eta^2)}} \cdot 0.4343 .$$

Für die hiesigen Magnete war bei den früheren Bestimmungen von k nach der Lamontschen Methode $l = 1.15$ cm, $e = 34.5$ und $\eta = \frac{34.5}{45.5}$.

Mit diesen Werten ergibt sich:

$$\Delta \log k = + 0.000000012$$

und

$$\Delta \log C = + 0.000000006 ,$$

ist also vollständig zu vernachlässigen.

Die erste Korrektion wird aber meist zu berücksichtigen sein, wenn man nicht den Fehler dadurch umgeht, daß man durch ein Gegengewicht die Schiene symmetrisch belastet während der Ablenkungsbeobachtungen.

Dr. Meyermann.

5. **Eine Dampferfahrt durch die Torres-Straße nach Townsville.** Nach dem der Deutschen Seewarte eingesandten meteorologischen Journal des Dampfers »Hessen«, Kapt. C. Mundt, und nach einem Sonderbericht des IV. Offiziers dieses Dampfers, Herrn J. Müller, ist folgendes von allgemeinem Interesse zusammengefaßt. Kurse und Peilungen sind rw., dahinter in Klammern mw. gegeben.

Am 23. Dezember 1906 befand sich »Hessen« nach Besteck auf der Reise von Surabaya nach Townsville auf 10° 35′ S-Br. und 140° 33′ O-Lg. Da trübes, unsichtiges Wetter herrschte und die Stromverhältnisse nicht genau bekannt waren, wurde stündlich gelotet. Gegen 3h N. konnte die Länge nach Sonnenbeobachtung festgestellt werden und fand man hiernach, daß das Besteck auf 4 Minuten richtig und die Tiefenangaben der britischen Admiralitätskarten zuverlässig waren. Man steuerte von Mittag bis 4h N. 99° (O $^3/_8$ S) 46 Sm und hielt sich dann auf östlichen Kursen gut frei von den Riffen und Untiefen zwischen Proudfoot Shoal und der Booby-Insel. Es wurde, wie folgt, gelotet:

12h mittags	auf	10° 35′	S-Br.	und	140° 33′	O-Lg.	29	Faden,	53 m,	gelber Sand,
1h N.	«	10° 36′	«	«	140° 45′	«	26	«	, 48 «,	Steine,
2h «	«	10° 38′	«	«	140° 50′	«	20	«	, 37 «,	«
3h «	«	10° 40′	«	«	141° 8′	«	16	«	, 29 «,	Muscheln, Steine und Sand,
4h «	«	10° 42′	«	«	141° 19′	«	12	«	, 22 «,	« « « «
5h «	«	10° 42′	«	«	141° 30′	«	9	«	, 16.5 «,	Sand, kleine Steine und Korallen.

Nachdem Booby-Insel gesichtet war, wurde das Feuer in die Peilung 43° (NO $^3/_4$ N) auf 11 Sm Abstand gebracht, und in dieser Peilung lief man darauf zu und passierte es an der Nordseite in etwa $1^1/_2$ Sm Abstand. Mit 83° (ONO $^7/_8$ O) steuerte man nach Goode Island-Reede, woselbst um 7h 49min N. geankert wurde, um den Tag abzuwarten und einen Lotsen für die Durchfahrt durch die Straßen im Korallenmeer des Strandriffes bis nach Townsville zu nehmen.

Herr J. Müller macht die Bemerkung, daß in dem Leuchtfeuerbuch von Ludolph in Bremen das Feuerschiff von Proudfoot Shoal noch aufgeführt sei,

was eingezogen wäre. In dem vom Reichs-Marine-Amt herausgegebenen Leuchtfeuerverzeichnis von 1905 und 1906 ist es nicht mehr aufgeführt, und die »Nachrichten für Seefahrer« vom Jahre 1903, Nr. 2046, berichten: „Nach Mitteilung der Regierung des Staates Queensland wird beabsichtigt, das F-Sch. »Proudfoot Shoal« dauernd am 31. Januar 1904 einzuziehen.“

Da »Hessen« bereits von Surabaya aus telegraphisch angemeldet war und um einen Lotsen für Townsville gebeten hatte, zeigte man Nachtsignale, die von der Signalstation auch beantwortet wurden. Auf die darauf abgegebenen Lotsensignale kam aber kein Lotse an Bord. Erst am nächsten Morgen, um 10ʰ 30ᵐⁱⁿ V., kam ein alter erfahrener Lotse in einer kleinen Dampfbarkasse von der Lotsenstation auf Thursday Island heraus. Diese schlechte Lotsenbedienung muß für Schiffe, die keine Zeit zusetzen können, sehr unangenehm empfunden werden und würden sie unter derartigen Umständen es mitunter vorziehen, ohne Lotsen die Riffahrt zu unternehmen, zumal die Lotsentaxe für ein Schiff von 5100 brit. R-T. (40 Pfg. pro Tonne) 800 M. beträgt, die Brit. Adm. Krt. zuverlässig und die darin eingezeichneten Kurse einwandsfrei sind, wie die Aufzeichnungen des Herrn J. Müller beweisen.

Im vorliegenden Fall hat der Lotse es sehr gut verstanden, die in den englischen Karten vorgeschlagenen Kurse einzuhalten. Als Abweichungen von dem »*Course recommended*« sind zu verzeichnen: Man ging anstatt nördlich, südlich am »Alpha Rock« vorbei und dann durch den Adolphus-Kanal; von Cairncross-Insel, die man an B-B. in 1 Sm Abstand passierte, wurde gesteuert: 179° (S 1/2 O) 12 Sm, 162° (SSO) 6.5 Sm und 159° (SSO 1/4 O) 2.5 Sm, so daß Pearn-Riff an B-B. passiert wurde und von Hannibal-Insel wieder in den empfohlenen Kurs der Brit. Adm. Krt. einschor; von Coquet-Insel an folgte man der eingezeichneten Kurslinie, die zwischen der Lizard-Insel und der Eagle-Insel und Riffen hindurchführte, so daß man auf die Abkürzung auf dem Kurse zwischen den Turtle-Inseln und -Riffen und dem Festlande bei Lookout-Spitze verzichtete; ohne die Snapper-Insel anzulaufen, steuerte man von Kap Tribulation nach Low-Insel-Lcht-Tm. direkten Kurs 165° (SzO 7/8 O) 19 Sm und von hier wieder auf dem empfohlenen Kurse weiter nach Nord-Barnard-Lcht-Tm., den man in 2 Sm Abstand passierte, worauf schließlich noch folgende Kurse und Distanzen abgelaufen wurden:

166° (SzO 7/8 O)	29 Sm	South-	Insel peilt	256°	(WSW 1/8 W)	1.5 Sm	ab.
154° (SSO 7/8 O)	16 »	Hilloch-	» »	244°	(SWzW 1/8 W)	6 »	»
152° (SO 7/8 S)	9 »	Palm-	» »	242°	(SW 7/8 W)	2.5 »	»
129° (SOzO 1/8 O)	18 »	White Rock	»	219°	(SSW 7/8 W)	5 »	»
160° (SSO 3/8 O)	21 »	östlich um Magnetic-Insel.					
163° (SSO 1/4 O)	7 »	auf die Reede von Townsville in der Cleveland Bay.					

Man benutzte britische Karten, die 1904 berichtigt waren. Der Strom setzte während dieser Reise gewöhnlich in südwestlicher Richtung, am stärksten 4 Stunden nach Hochwasser, stündlich 1 bis 1.5 Sm.

Vor der Einfahrt des Prince of Wales-Kanals, etwa 2 Sm nördlich von der Harrison Rock-Tonne, liegt das deutlich sichtbare Wrack der »Wolga«, das in den Karten nicht verzeichnet ist; das Vorschiff und der voll getakelte Fockmast ragen aus dem Wasser. — Das auf der Brit. Adm. Krt. Nr. 2350 eingezeichnete Wrack auf Sudbury-Riff konnte nicht ausgemacht werden und scheint weggewaschen zu sein. — Auf der Sand-Insel, zum Oyster-Riff gehörend, in ungefähr 16° 45′ S-Br. und 145° 58′ O-Lg. ist eine Bake neu errichtet worden. — Die in den Karten verzeichneten Riffe und Bänke waren am Tage deutlich zu erkennen.

v. S.

6. **Seebeben.** Kapt. M. Vierth vom D. »Pentaur« berichtet: »Am 16. August 1906 um etwa 7ʰ 50ᵐⁱⁿ N., im Hafen von Coronel (Chile) verspürten ein heftiges Seebeben von etwa 1 1/4 Minute Dauer. Das ganze Schiff erzitterte.«

Der Kommandant des deutschen Kriegsschiffes »Falke« berichtet: »Am 16. August 1906 um 7ʰ 51ᵐⁱⁿ abends im Hafen von Talcahuano (Chile) bemerkten ein schwaches Seebeben. Dauer ungefähr 4 Sekunden.«

Kapt. O. Borgwardt vom Segelschiff »Melete« auf der Reise von Iquique nach Falmouth berichtet: »Am 26. Dezember 1906 um 1h morgens in 20° 31′ S-Br. und 72° 0′ W-Lg. war ein heftiges Seebeben, welches 15 Sekunden andauerte. Es herrschte zur Zeit Windstille.«

Der Führer der Bremer Viermastbark »Nomia«, Kapt. W. Himme, beobachtete am 4. Mai 1907 ein Seebeben im Atlantischen Ozean. Das Schiff befand sich auf einer Reise von Sydney nach dem Englischen Kanal um $7^1/_2$h V. des 4. Mai in etwa 1° 10′ N-Br. und 29° 20′ W-Lg., als ein heftiges Seebeben verspürt wurde, das 15sek anhielt und von dröhnendem Donnern begleitet war. In Luftdruck, Luft- und Wassertemperatur wurden keine wesentlichen Veränderungen bemerkt.

7. **Seebeben und neuentstandene Insel im Tonga-Archipel.** Nach einer Mitteilung aus Sydney vom 17. September 1907 an die »Shipping Gazette« vom 22. Oktober 1907 war der der Union Steamship Cie gehörende Dampfer »Manapouri« Zeuge einer interessanten vulkanischen Eruption auf See. Das Schiff befand sich auf einer Reise von Neuseeland nach den Tonga-Inseln nahe Tongatábu und bemerkte in etwa 21° 10′ S-Br., 175° 44′ W-Lg. oder annähernd 25 Sm S 62° W mw. von den Duff-Klippen einen unterseeischen Ausbruch, der von sehr hohen Dampf- und Bimssteinsäulen begleitet war. Gleichzeitig wurde die Hebung von Land um das Zentrum der Erscheinung beobachtet. Weitere Einzelheiten fehlen zur Zeit noch.
v. d. B.

8. **Hörweite von Nebelsignalen (Kanonenschüssen).** Herr J. Dittmann, III. Offizier des Norddeutschen Lloyd, berichtet an die Deutsche Seewarte wie folgt: „Auf der Reise von Shanghai nach Hongkong hatten wir am 17. Dezember 1906 an Bord des D. »Prinzregent Luitpold«, Kapt. H. Kirchner, den ganzen Tag dichten Nebel. Wir mußten uns abends nach Loggebesteck in der Nähe der Hongkong-Nordeinfahrt bei Waglan-Feuer[1]) befinden. Gegen 8h N. hörten wir das Kanonensignal von Waglan-Feuer (2 Schuß alle 12min) in der Richtung WNW. Wir ankerten, weil wir annahmen, die Kanonenschüsse wären nicht weiter zu hören als 8 bis 12 Sm gegen dicke Luft und eine Windstärke von 2 bis 3. Am andern Morgen klarte es langsam ab, und wir bemerkten, daß wir uns noch volle 26 Sm vom Feuer befanden. Ein Irrtum ist ausgeschlossen, da wir das Signal genau in den angegebenen Zeiträumen die ganze Nacht beobachteten."
E. K.

9. **Eine Durchsegelung der Straße Le Maire, ausgeführt von der Hamburger Bark »Prompt«, Kapt. R. Miethe, im Januar 1906.** Bericht des I. Offiziers, Gust. Thiel. Bei einem hohen Barometerstande von 769.5 mm und Windstille stand »Prompt« am 15. Januar mittags auf 53° 51′ S-Br. und 65° 27′ W-Lg., gegen 4h N. wurde die Küste von Feuerland gesichtet. Unter diesen günstigen Umständen wurde beschlossen, durch die Straße Le Maire zu segeln. Gegen 7h N. kam der erwartete nördliche Wind zuerst als leiser Zug durch, und das Barometer fing an zu fallen. In der Nacht lagen wir beigedreht. Als wir dann mit Tagesanbruch am 16. Januar Segel gesetzt und bei dem auffrischenden Nordwinde eine Zeitlang Kurs gesteuert hatten, kam auch die Staaten-Insel in Sicht, deren scharfgezackte Umrisse wir gegen 6h V. deutlich ausmachten. Um 10h 15min V. peilten wir Kap San Diego rw. N 74° W 6 Sm. Die Stromkabbelung bei Kap San Diego war, wohl infolge des ruhigen Wetters, ganz unbedeutend, das Wasser in der Straße war auch ganz ruhig, der Wind war Nord, Stärke 4 bis 5.

Um 11h 50min V. standen wir 7 Sm von Kap Good Succes auf der Linie Kap Good Succes—Kap Bartolomeo. Der Wind hatte jetzt bei einem Barometerstande von 764.7 mm die Stärke 5 angenommen, und wir hatten 4 Stunden zum Durchsegeln der Straße gebraucht. Zwischen 8 und 9h V. war Hochwasser, den entgegenlaufenden Strom überwanden wir aber mit Leichtigkeit. Nach 12h war

[1]) Leuchtfeuerverzeichnis d. R. M. A., Berlin 1907, Heft VIII, Tit. XI, Nr. 86.

die Staaten-Insel wieder von Wolken verhüllt, dagegen war die Küste von Feuerland mit den hohen Bergen dort klar zu sehen.

Außerhalb der Straße segelten wir mit anfangs noch nordwestlichem, später bei immer fallendem Barometer westlich holendem Winde nach Süden. Am 17. Januar mittags standen wir auf 57° 18′ S-Br. und 66° 54′ W-Lg. Die weitere Umsegelung von Kap Horn wurde bei fast immer stürmischen westlichen Winden ausgeführt, indem wir jedes Krimpen und Holen des Windes ausnutzten. War der Wind bei fallendem Barometer nördlicher als West, so segelten wir auf Steuerbord-, war er südlicher als West bei steigendem Barometer, so segelten wir auf Backbord-Halsen. Erst vom 30. Januar in 49.7° S-Br. und 78.4° O-Lg. an gestattete uns der Wind, ununterbrochen nach Norden zu segeln. Rk.

10. **Der Taifun vom 6. bis 10. August 1905 in den japanischen Gewässern.** Nach Berichten von Kapt. D. Dinkela, Führer des Schiffes »Henriette« und von Kapt. J. Ehlers, Führer des Dampfers »Spezia«, sowie nach den täglichen japanischen Wetterkarten.

Die ersten Beobachtungen über den Taifun liefert der Bericht von Kapt. Dinkela. Die »Henriette« verließ Portland Or. am 8. Juni 1905, nach Tsingtau bestimmt, passierte am 29. Juli die nördlichste Insel der Marianen, 21° N-Br., 145° O-Lg., und erreichte mit sehr flauem Passat am 3. August 21.7° N-Br., 137° O-Lg. Hier frischte der Passat aus NNO auf und wurde steif bis stürmisch, so daß am 3. und 4. August 230 und 210 Sm zurückgelegt werden konnten. Am 5. mußte vormittags eine Zeitlang, nachmittags endgültig wegen Wind und See beigedreht werden, was bei einem großen Schiff wie bei der »Henriette« wenigstens auf Windstärke 10 B. schließen läßt. Die letzte Beobachtung hatte als Schiffsort 22.7° N-Br., 129° O-Lg. ergeben.

Der Sturm nahm nun schnell zu, wehte vom 6. August 4h V. an als Orkan, NNO 12 und drehte über NO nach Ost 12. Bei dieser Richtung des Orkans erreichte das Barometer um 9h V. mit 713 mm seinen tiefsten Stand. Mit steigendem Barometer ging der Wind bis 10h nach SO 12, bis 3h N. auf Süd 12 und wehte als Orkan bis 8h N. Aus der schnellen Drehung der Windrichtung von 9 bis 10h V., O bis SO in 1 Stunde, d. h. 4 Strich in einer Stunde, geht hervor, daß die Mitte des Taifuns in großer Nähe südwestlich vom Schiff auf NW-Kurs vorbeigegangen ist. Da das Schiff platt auf die Seite geworfen wurde, mußte ein Teil der Takelage gekappt werden. Erst am 7. August, wo sich das Schiff nach astronomischen Beobachtungen in 24.5° N-Br., 128.7° O-Lg. befand, konnte der Schaden einigermaßen ausgebessert und die Reise nach Tsingtau fortgesetzt werden. Die Ankunft erfolgte am 28. August.

Aus der ganzen Darstellung geht mit ziemlicher Sicherheit hervor, daß die Entwicklung des Taifuns am 3. bis 5. August südlich vom Weg des Seglers stattgefunden hat. Auf der nächsten meteorologischen Landstation, Naha auf den Liukiu-Inseln, fiel das Barometer seit dem 2. August langsam und stetig; die Windrichtung dort wurde aber erst nördlich und nordöstlich, d. h. abhängig vom Taifun, vom Nachmittag des 5. August an. Am 7. um 6h V. geben die Wetterkarten das Barometerminimum in Naha zu 742 mm an mit schwerem SO-Sturm. Da die Karten aber nur 3 Beobachtungen am Tage geben, ist es wahrscheinlich, daß der Luftdruck in Naha vor oder nach 6h V. beträchtlich niedriger war.

Der Weg der Taifunmitte, erst NW, dann N und NO, ist auf der Skizze angegeben. Die kleinen Kreise gelten für den Mittag des danebenstehenden

Tages. Die fortschreitende Geschwindigkeit der Mitte war vom 6. bis 10. August in Knoten: 11, 13, 21 und 11.

Der Dampfer »Spezia« machte den Taifun an der Nordküste von Kiushu am 8. August durch in 33.7° N-Br., 129.9° O-Lg., 11° nördlicher als die »Henriette«. Die Dauer des ganzen Sturmes (B. 8) betrug auf der »Henriette« 44 Stunden, auf der »Spezia« 16 Stunden, die Dauer des eigentlichen Orkans (B. 12) dort 8, hier nur 3 Stunden. Außerdem waren die Richtungen, aus denen der Sturm wehte, auf der »Spezia« sehr beschränkt, nur auf die Striche ONO und Ost, während es an Bord des Seglers erst von NNO, dann Ost und schließlich Süd 12 wehte. Der niedrigste Luftdruck (Aneroid 714 mm) wurde auf dem Dampfer um 6h N. beobachtet.

Im nördlichen Teil des Japanischen Meeres und beim Übergang über Nord-Nippon nahm mit der Verflachung des Wirbels auch die Geschwindigkeit beträchtlich ab. E. K.

11. **Feuerkugel.** Über eine eigenartige Erscheinung berichtet der 1. Offizier des Segelschiffes »Bertha« auf der Reise von Hamburg nach Sydney: „Am 17. Juli 1906 um 10h 5min abends in 39° S-Br. und 2° W-Lg. sahen wir in der Nähe von »Wega« etwa 5° weiter nach Norden eine helle Feuerkugel plötzlich aufleuchten und nach kaum einer Minute wieder an derselben Stelle verschwinden. Dieselbe leuchtete so stark wie die »Venus« an sternklaren Abenden; der Himmel war zur Zeit wolkenlos. Die Peilung war etwa rw. N $^1/_2$ O.“ J.

12. **Taifun von kurzem Bestehen am 28. Mai 1906 100 Sm südöstlich von Hongkong.** Nach einem Bericht des Kapitäns J. Sanders vom D. »Helene Rickmers« und dem meteorologischen Tagebuch.

Der Dampfer verließ mit der Bestimmung nach Singapore am 24. Mai 1906 frühmorgens Kutshinotsu in Japan und erreichte am 27. mittags den Nordeingang der Formosa-Straße in 25° N-Br., 119.8° O-Lg. Der Wind war bis dahin meist leicht östlich gewesen bei stetig fallendem Barometer, 764, 762, 758 und 755 mm um 8h V. an diesen vier Tagen. Am 28. mittags bei mäßigem Nordost wurde 22.4° N-Br., 116.7° O-Lg. erreicht, bei 755 mm, und weiter SW gesteuert. Regen war schon um Mitternacht gefallen; um Mittag wurde er stärker; von 2h bis 2h 30min N. fiel eine Gewitterbö ein mit äußerst heftigem Regen, und um 4h N. wurde S 2 mit 753 mm notiert. Um 8h N. wehte es SO 5—6 bei 749 mm, o r q, hoher Südwestdünung und grober See. Bald nach 8h wehte es SSO 8, bis 9h 45min zunehmend bis SSO 11—12; dann um 9h 50min flaute der Wind bis auf SW 3 ab. Der Luftdruck erreichte gleichzeitig mit 738 mm den tiefsten Stand. Schwärme von großen Libellen und Vögel fielen nun auf das Schiff, das sich etwa in 21.5° N-Br., 115.5° O-Lg. befand. Um 10h 10min N. ging der Wind auf W, zunehmend, und war um 10h 25min schon wieder NW 11—12 mit entsprechender See. Um 11h 20min nahm die Windstärke aber schon wieder ab, und um Mitternacht wehte es nur noch N 9 bei 752 mm. Um 2h 30min V. am 29. Mai konnte schon wieder Kurs gesteuert werden. Mittags befand sich der Dampfer in 20.6° N-Br., 114.6° O-Lg. bei NO 2—3 und 756 mm.

Der Sturm dauerte also nur 6, der Orkan $1^1/_2$ Stunden. Der Dampfer befand sich 20 Minuten lang in der windstillen Mitte des Taifuns, der sich hier etwa nach Ostnordost bewegte, nach den japanischen Wetterkarten sich aber sehr bald auflöste; denn Süd-Formosa erreichte er nur als flache Depression, nicht als Taifun. Eine schnelle Auflösung scheint überhaupt das Los der meisten in niedriger Breite nach NO gehenden Taifune zu sein. E. K.

13. **Echo bei Nebel.** Herr Kapt. W. Schwinghammer, D. »Ambria«, berichtet über folgende Beobachtung auf der Reise nach Ostasien: Am 26. Mai 1907 beobachteten wir bei dichtem Nebel im Kanal, daß jedesmal, wenn sich der Nebel auf ungefähr Mastenhöhe senkte, in der Richtung des zur Zeit herrschenden Vollmondes ein sehr starkes wohl zehnfaches Echo, welches ungefähr 1min anhielt. Im Anfang hielten wir es für das Nebelsignal eines in der Nähe befindlichen Dampfers. Das Echo hörte sofort auf, wenn der Nebel wieder höher wurde, so daß der Himmel bedeckt war. Als sich nach einigen Stunden der Nebel wieder senkte, kam auch das Echo wieder.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Meereskunde, Sammlung volkstümlicher Vorträge zum Verständnis der nationalen Bedeutung von Meer und Seewesen. Jährlich 12 Hefte. Berlin 1907. E. S. Mittler & Sohn. Preis 5 M. 1. Jahrgang, Heft 1 bis 8:

Penk, **Das Museum für Meereskunde zu Berlin.**
Holzhauer, **Unterseeboote.**
Bidlingmaier, **Der Kompaß.**
Abel, **Die Stammesgeschichte der Meeressäugetiere.**
Hoeniger, **Die Kontinentalsperre.**
Stahlberg, **Auf einem deutschen Kabeldampfer.**
Vogel, **Nordische Seefahrten im früheren Mittelalter.**
Solger, **Die deutschen Seeküsten in ihrem Werden und Vergehen.**

Die noch von Richthofen begründeten Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde und des geographischen Instituts enthielten fachwissenschaftliche Abhandlungen, die naturgemäß nur für einen engeren Kreis bestimmt waren, auch manchem als nicht unbedingt notwendige weitere Zersplitterung geographischer Veröffentlichungen erschienen. Einem Hauptziele des Instituts, das Verständnis für Meer- und Seewesen beim deutschen Volke zu beleben, konnte zunächst nur durch Vorträge, später auch durch die Schaustellungen des Museums nachgestrebt werden.

Jetzt ist für die Popularisierung des Unternehmens, und um auch den nicht in Berlin Ansässigen die Möglichkeit der Orientierung über volkstümliche Fragen der Meereskunde zu gewähren, ein Schritt weiter getan. Seit Ostern 1907 wird in kleinen schmucken Heften eine Auswahl der im Institut gehaltenen Vorträge herausgegeben; monatlich ein Heft. In buntem Wechsel behandeln Fachmänner die verschiedensten Fragen in leicht faßlicher Form. Den Anfang macht die Beschreibung des Instituts durch Penk. Richthofens Bild leitet die Geschichte der Entstehung und Entwicklung ein. Dann folgt — erläutert durch ganz vorzüglich gelungene und wiedergegebene Bilder — die Schilderung eines Rundganges durch das Museum.

Eine Besprechung der folgenden bisher erschienenen Hefte erübrigt sich. Sie alle lohnen überreich den geringen Aufwand an Zeit, so daß jedem nur geraten werden kann, sich selbst den Genuß der Lektüre zu verschaffen. Lütgens.

De Azevedo Coutinho, V. H.: **Apontamentos para um curso elementar de hydrographia.** Mit einem Vorwort von H. de Carvalho Lacerda Castello Branco. 8°. 454 S. und ein Anhang mit 12 Tafeln. Lissabon 1906. Typographia do Annuario Commercial.

Beim Unterricht im Vermessungswesen waren Lehrer und Schüler der portugiesischen nautischen Anstalten bisher auf die fremdländischen Vermessungshandbücher angewiesen. Verfasser hält es daher für notwendig ein ähnliches Lehrbuch in der Landessprache zusammenzustellen, das hauptsächlich die in der portugiesischen Marine gebräuchlichen Instrumente und Methoden zur Darstellung bringen soll. Das Werk soll nicht nur als Lehrbuch für Schulen bestimmt sein, sondern auch zum Selbststudium dienen. Dementsprechend sind einzelne Teile sehr ausführlich gehalten. Im ersten Teile werden nach einer kurzen Abhandlung über Fehlertheorie die Instrumente (Winkelmeßinstrumente, Entfernungsmesser, Niveaus, Lotmaschinen, Pegel usw.) beschrieben und ihre Handhabung gezeigt. Der zweite Teil lehrt die Verwertung des mit den Instrumenten gewonnenen Beobachtungsmaterials und die Projektionslehre und gibt ausführliche Anweisung zur Ausführung von Triangulationen und Herstellung der Karten. Der dritte und letzte Teil bringt die Ozeanographie, Gezeitentheorie und die zur Anstellung und Verwertung der notwendigen astronomischen Beobachtungen erforderlichen astronomischen Vorkenntnisse. Mathematische Ableitungen werden nach Möglichkeit vermieden und nur die erforderlichen Formeln am Schluß jeden Abschnitts zusammengestellt. Zahlreiche sehr anschauliche Figuren sollen das Verständnis des vorgetragenen Stoffes erleichtern. Ein Anhang bringt 12 Tafeln zur Reduktion der Beobachtungen. Wd.

Dr. Georg Friederici: **Die Schiffahrt der Indianer.** 1. Bd. der Sammlung: Studien und Forschungen zur Menschen- und Völkerkunde. 8°. VII u. 130 S., 11 Abbild. Strecker u. Schröder. Stuttgart 1907.

In dem sehr rührigen ethnographischen und geographischen Verlage von Strecker und Schröder in Stuttgart hat seit wenigen Wochen eine Sammlung zu erscheinen begonnen, die mit Freuden zu begrüßen ist. In zwangloser Reihenfolge erscheinend, wollen die Hefte der Studien und Forschungen zur Menschenkunde und Völkerkunde größere zusammenfassende Arbeiten aus dem Gebiete der Anthropologie, Ethnologie und Anthropogeographie in der Form von Monographien verbreiten. Die wissenschaftliche Leitung liegt in den Händen von Dr. med. et phil. Georg Buschan in Stettin.

Der vorliegende erste Band der Monographien bietet eine vorzügliche Gewähr für die Brauchbarkeit und den wissenschaftlichen Wert der Sammlung. In leicht fließendem, lebendigem Stil schildert der Verfasser die Schiffahrt der Indianer. Er hatte sich dabei ein recht sprödes Gebiet ausgesucht; mit unendlich fleißiger Arbeit hat er den Ethnologen wie dem Laienpublikum ein Werk geschenkt, das zu den Musterwerken auf diesen Gebieten gezählt werden darf. Gerade was Schiff und Schiffahrt in

der Ethnologie angeht, ist diese an derartigen Arbeiten herzlich arm. Auf Grund einer 494 Buchtitel zählenden Literatur, die in übersichtlicher Weise zum Schlusse aufgeführt ist, führt der Verfasser folgendes aus:

Früh an das Wasser gewöhnt, sind die Indianer mit nur wenigen Ausnahmen vorzügliche Schwimmer, die sich auf dem Wasser zu bewegen wissen wie auf dem festen Lande, einerlei ob auf einem Flußlaufe oder auf dem Meere. Nach Landmarken und Gestirnen können sie sich orientieren. Zur Fortbewegung dient ihnen eine Reihe von Schiffstypen, die jedoch sämtlich keine hohe Ausbildung erreichten. Friederici unterscheidet zwei primitive Zufälligkeitsformen, die Balsa, das Floß, und das Bull-Boot, das Rundboot, ein aus Weidengeflecht hergestelltes und mit einer Bisonhaut überzogenes Fahrzeug. Diesen Formen gliedern sich die technisch und praktisch wertvolleren Boote an, von denen fünf Formen unterschieden werden: 1. Das Kanu, aus Birken- oder Ulmenrinde zusammengenäht. 2. Die Dalca, aus zollstarken Planken zusammengenäht (an der chilenischen Küste). 3. Das Fellboot, das dem Kajak und Umiak der Eskimo gleicht. 4. Die Canoa, der Einbaum ohne Kiel und Plankenaufsatz. 5. Die Piragua, den Einbaum mit Kiel und Plankenaufsatz. Die letzten Boote sind die größten gewesen, sie führten bis 60 Ruderer. Die Boote wurden von den Männern gerudert, während eine Frau steuerte. Vereinzelt fand auch das Segel, Baumwollen-, Fell- oder Mattensegel, Verwendung. Es konnte bei sämtlichen Bootformen angetroffen werden. Steinerne Anker, Ösfässer vervollständigten die Ausrüstung.

Im Frieden dienten die Boote dem Verkehr, Reise, Fischfang, Wasserjagd; daß sie auch im Kriege zu verwenden waren, zeigt die Geschichte uns genügsam in den Kämpfen zwischen Indianern und Europäern.

Im Haushalt fanden die Boote Verwendung als Weinbehälter (»Saufbaum« nannten es die Spanier), als Fischölbehälter und zum Auspressen von Schildkröteneiern. Schließlich war die Sitte weit verbreitet, den Verstorbenen in einem Boote beizusetzen, im Glauben an die Schiffahrt der Seele.

Möge das Buch recht viel gelesen und verbreitet werden! Dr. Paul Hambruch.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Gilbert, O.: *Die meteorologischen Theorien des griechischen Altertums.* 8°. IV, 746 S. Leipzig 1907. B. G. Teubner. 22,50 *M.*

Meteorological Office, London. *Hints to meteorological observers in tropical Africa with notes on methods of rekording lake levels, and a memorandum on the organisation of meteorological observations.* 8°. 36 p. London 1907. Darling & Son. 9 d.

Klein, H. J.: *Wettervorhersage für jedermann.* Allgemeinverständliche Anleitung. 8°. VI, 164 S. Stuttgart 1907. Strecker & Schröder. 2,30 *M.*

Horner, D. W.: *Observing and forecasting the weather. Meteorology without instruments.* 8°. 46 p. Witherby.

Reisen und Expeditionen.

Chun, K.: *Die Erforschung der Antarktis.* Rektorats-Rede. 8°. 23 S. Leipzig 1907. A. Edelmann. 0,60 *M.*

Peary, R. E.: *Dem Nordpol am nächsten.* 8°. XI, 309 S. m. 96 Abbildg. u. 1 Karte d. Polargebietes zu Pearys Reisen 1892—1906. Leipzig 1907. R. Voigtländer. Gbd. 16,00 *M.*

Ziegler: *Polar-Expedition 1903—1905.* Scientific results obtained under the direction of W. J. Peters, representative of the National Geographic Society in charge of scientific work. Edited by John A. Fleming. 4°. VII, 630 p. Washington 1907. Judd and Detweiler.

Johnson, H.: *The life and voyages of Joseph Wiggins, modern discoverer of the Kara Sea; route based on his journals and letters.* Illust. 8°. 420 p. London 1907. J. Murray. 15 sh.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Reichs-Marine-Amt: *Segelhandbuch für Ceylon und die Malakkastraße (einschl. Malediven, Lakediven, Andamanen und Nikobaren).* Mit 93 Küstenansichten (71 i. Text u. 22 auf Taf.). XV, 612 S. Berlin 1907. Mittler & Sohn. 4,50 *M.*

Brit. Admiralty: *Report on positions of outer light vessels of Thames estuary by Captain Morris H. Smyth.* London 1907. 1 sh.

Brit. Admiralty: *The Australia Directory.* Vol. II. Comprising the east coast from Port Jackson to Cape York, Torres Strait and approaches, the Coral Sea, and part of the Gulf of Carpentaria. 8°. XXIV, 668 p. London 1907. J. D. Potter. 3 sh. 6 d.

Service Hydrographique, Paris: *Instructions nautiques. Côte est d'Asie. Mers de Chine.* [Des atterrages de Hong-Kong au Yang-tse inclus, et côte ouest de Taiwan (Formosa) du Cap Nansha à la Pointe Peton]. 8°. XXIII, 641 p. et 7 pl. Paris 1907. Imprimerie Nationale. 9 *M.*

U. S. Light House Board: *List of lights and fog signals of the United States on the Northern Lakes and Rivers and also of the lights and fog signals of the Dominion of Canada on those waters.* Corrected to July 15, 1907. 4°. 203 p. Washington 1907. Government Printing Office.

— — —: *List of lights and fog signals of the United States on the Pacific Coast of North America and on the Hawaiian, Midway, Guam and the american Samoan Islands and of the lights and fog signals of the Dominion of Canada on the coast of British Columbia.* Corrected to August 1, 1907. 4°. 91 p., 11 plates. Washington 1907. Ebenda.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Brit. Admiralty: *The british signal manual.* London 1907. 1 sh.
Gopčević, Sp.: *Seeschiffahrt Gopčević. Eine Umwälzung in der österreich. Handelsmarine.* 8°. 36 S. Lussinpiccolo 1907. Verlag d. astron. Rundschau. 1.20.
Fyfe, C. F. A.: *Steamship coefficients. Speeds and powers.* 288 p. Spon. 10 sh. 6 d.
Dietrich, M.: *Der moderne Dampfkessel der Kriegs- und Handelsschiffe, seine Konstruktion, Wirkungsweise, Behandlung und Bedienung.* Ein Handbuch für Schiffsoffiziere, Konstrukteure und Studierende. (In 5—6 Lfg.) 1. Lfg. (S. 1—80 m. Abbildg.) 8°. Rostock 1908. C. J. E. Vokelmann. 2 ℳ.

Handelsgeographie und Statistik.

Fischer, K.: *Eine Studie über die Elbschiffahrt in den letzten 100 Jahren unter spezieller Berücksichtigung der Frage der Erhebung von Schiffahrtsabgaben.* 8°. XVI. 269 S. Jena 1907. G. Fischer. 7.50 ℳ.

Verschiedenes.

Kirchhoff, Vz. Adm.: *Die Seemacht in der Ostsee.* II. Bd.: Ihre Einwirkung auf die Geschichte der Ostseeländer im 19. Jahrh. nebst e. Anhang über d. Vorgeschichte der Ostsee. Mit 6 Karten u. 10 Plänen. 8°. XVI, 340 S. Kiel 18. R. Cordes. 10.00 ℳ. Subskr. Pr. 8.00 ℳ.
Macnab, J.: *Modern going to sea. A practical guide for boys wishing to enter the mercantil marine.* 8°. 105 p. G. Philip. 1 sh. 6 d.
Anderson, J. W.: *Brown's ship's accounts and captain's letter writer.* 8°. 122 p. J. Brown. 2 sh. 6 d.
Fraser, E.: *Champions of the Fleet. Captains and men-of-war and days that helped to make the empire.* 8°. 312 p. Lane. 6 sh.
Roosevelt (Theodor): *The naval war of 1812.* 2 vols. Dakota edit. 8°. 1907. Putams' Sons. 12 sh.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

The study of the weather as a branch of nature knowledge. Marion J. Newbigin. »Scott. Geogr. Magaz.« 1907, Nr. 12.
Zur Theorie der Luftdruckschwankungen auf Grund der hydrodynamischen Gleichungen in sphärischen Koordinaten. P. Jaerisch. »Met. Ztschr.« 1907, Nr. 11.
R. Strachau über die Temperatur um die britischen Inseln in Beziehung zum Golfstrom. J. Hann. Ebenda.
W. N. Shaws Untersuchungen über die Lebensgeschichte von Luftströmungen an der Erdoberfläche. F. M. Exner. Ebenda.
Über tatsächliche vieltägige Perioden des Luftdruckes. E. Herrmann. »Physik. Ztschr.« 1907, Nr. 23.
Variations de longue durée de divers phénomènes atmosphériques. M. H. Arctowski. »Bullet. Soc. Belge d'Astron.« 1907, Novemb.
Die Schwankungsgebiete des Luftdrucks. W. Peppler. »Das Wetter« 1907, Nr. 11.
The mechanism of the Southwest Monsoon. W. A. Cook. »Scient. Americ.« Suppl. 1907, Nov. 16.
Cyclone in the Arabian Sea. P. H. Gallé. »Mededel. & Verhandeling. Nederl. Meteorol. Inst.«, No. 5.
Der tägliche Gang der Temperatur in der äußeren Tropenzone. B. Das indische und australische Tropengebiet. J. Hann. »Denkschr. d. Wiener Akad.«, 81. Bd.
On Prof. Lowell's method for evaluating the surface-temperatures on the planets; with an attempt to represent the effect of day and night on the temperature on the earth. J. H. Poynting. »Pilosoph. Magaz.« 1907, Decemb.
Über die Kälterückfälle im Frühjahr. J. Braun. »Weltall« 1907, Dezemb. 1. u. 15.
Über die Temperaturverteilung i. d. allerhöchsten Luftschichten. J. W. Sandström. »Arkiv för Matematik etc.«, Bd. 3, H. 3—4.
Die Regenverhältnisse Samoas im Jahre 1906. Bericht des Samoa-Observatoriums. F. Linke. »Mitteil. a. d. Dtsch. Schutzgeb.«, Bd. 20, Nr. 4.
G. Guilberts Wetterregeln. »Gäa« 1908, Jan.
Wetterpropheten der Tierwelt. F. Knauer. »Himmel u. Erde« 1907, Novemb.

Meeres- und Gewässerkunde.

Over rationeele exploitatie van vischwater. Redeke H. C. »Mededel. over Visscherij« 1907, Nov.

Reisen und Expeditionen.

Glasgow to New York via Moville. »Naut. Mag.« 1907, Decemb.
Dalle Antille alle Guiane e all'Amazzonia, note intorno al viaggio della R. nave »Dogali« del comandante Gregorio Ronca. (Contin.) »Bollet. Soc. Geogr. Ital.« 1907, Dez.
Mikkelsens Nordpolarexpedition. »Globus« 1907. Dez. 12.

Fischerei und Fauna.

Der heutige Betrieb der deutschen Seefischerei. Lübbert. »Hansa« 1907, Nr. 48.
Leeftijdsbepaling van de haring door middel van de schubben. P. J. van Breemen. »Mededel. over Visscherij« 1907, Novemb.

Physik.

Über die Bestimmung der Seehöhen bei Ballonfahrten durch mechanische Quadratur. A. Schreiber. »Physik. Ztschr.« 1907, Nr. 23.
Experiments on wind-pressure. »Nature« 1907, Decemb. 12.
Können Luftdruckschwankungen den Erdboden deformieren? O. Meissner. »Das Wetter« 1907, Nr. 11.
A summary of the history of the resistance of elastic fluids. J. G. C. Cottier. »Wash. Month. Weath. Rev.« 1907, August.
Le problème des »Mistpoeffers«; Motions de MM. L. Palazza et E. Lagrange à l'assemblée générale sismologique de La Haye. »Ciel et Terre« 1907, Nr. 18.
Remarques sur le rapport entre l'activité solaire et les perturbations magnétiques. Cirera et Balcelli. »Comptes Rendus« 1907, II, Nr. 21.
Sur l'enregistrement des courants telluriques au Puy de Dôme et la perturbation magnétique du 9 au 10 Février 1907. B. Brunhes, »Annuaire Soc. Mét. d. France« 1907, Octob.
Observations du courant tellurique au Pic du Midi. M. E. Marchand. Ebenda.
Comparaison des courants telluriques au Puy de Dôme et au Pic du Midi. Marchand & Brunhes. Ebenda.
Atmospheric electricity observations at Battle Harbor, Labrador, during the solar eclipse of August 30. 1905. J. E. Burbank. »Terrestr. Magnet« 1907, Sept.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Zur Geschichte der hundertteiligen Thermometerskala. R. Börnstein. »Physik. Ztschr.« 1907, Nr. 23.
L'Hypsomètre comme baromètre de voyage. E. Kohlschütter. »Bullet. Soc. Belge d'Astron.« 1907, No. 9/10.

Terrestrische und astronomische Navigation.

Proefnemingen betreffende het magnetisch karakter van schepen. »De Zee« 1907, Nr. 12.
Variación de las agujas náuticas. J. M. Montero Durand. »Heraldo Industrial, Caracas« 1907, Nr. 36.
Perturbación de las agujas náuticas. J. M. Montero Durand. Ebenda.
Plaatsvervanger voor maansafstanden. »De Zee« 1907, Nr. 12.
Die Hyperbelfunktionen und das Gesetz der Mercatorprojektion. F. Schicht. »Mitteil. a. d. Gebiet d. Seew.« 1907, H. 12.
Die Loxodrome. F. Schicht. Ebenda.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Seeunfall-Meldedienst an der Wesermündung. Weise. »Arch. f. Post u. Telegr.« 1907, Nr. 22.
Der Seehafen von Brügge. »Zentrbl. d. Bauverwalt.« 1907, Nr. 95.
Der Londoner Hafen. »Hansa« 1907, Nr. 50.
Novos pharoes. »Revista Marit. Brazil« 1907, Sept.
Determinação precisa da latitude. H. Morize. Ebenda.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Sur la vision des signaux de nuit réglémentaires de la marine. André Broca et Polack. »Comptes Rendus« 1907, II, Nr. 20.
Signaux phoniques sous-marins. M. F. Legrand. »Rev. Marit.« 1907, Novemb.
Onderzeesche geluidseinen. »De Zee« 1907, Nr. 12.
Influencia del viento sobre los transatlánticos. »Heraldo Industrial, Caracas« 1907, Nr. 36.
Rettungsmittel für Seefischer. P. K. F. Lengning. »Mitteil. d. Dtsch. Seefisch.-Vereins« 1907, Nr. 11.
Boote und Rettungsboote nach Board of Trade. W. Bohse. »Schiffbau« 1907, 11. Dez.
Treiben vor ausgeschäkelten Ankerketten. »Hansa« 1907, Nr. 49.
Verständigungssignale zwischen schleppendem und geschlepptem Schiff. H. Meyer. Ebda.
Was für Vorsichtsmaßregeln sind bei einer Rollstein-Ladung nötig? (Eine amerikanische Gerichtsentscheidung.) »Hansa« 1907, Nr. 51.
Timber and its protection from marine enemies. »Scient. Americ.« Suppl. 1907, Nov. 16.
Theoria do navio. A. Thomson. »Revista Marit. Brazil.« 1907, Sept.
De ontwikkelingsgeschiedenis van den tegenwoordigen vrachtstoomer. »De Zee« 1907, N. 12.
Lo sviluppo marittimo del secolo XIX. Il traffico marittimo. »Rivista Maritt.« 1907, N. XI. Suppl.
Die Grundlagen der Konstruktionsgleichungen für Fischdampfer. P. Knipping. (Schluß.) »Schiffbau« 1907, Nov. 27.
Marine engine. XII. A. E. Battle. »Naut. Mag.« 1907, Decemb.
Ancient lights. Ebenda.
The new Cunarders. D. Newton. Ebenda.
International loadline. S. D. Cole. Ebenda.

Handelsgeographie und Statistik.

Die Seeschiffahrt im Jahre 1907. B. Huldermann. »Hansa« 1907, Nr. 51.
Schiffsverkehr im Jahre 1906: Falkland-Inseln u. Salaverry. »Dtsch. Handels-Arch.« 1907, Nov.
Außenhandel und Schiffahrt in Japan i. d. Jahren 1903—1906. Ebenda.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1906 in Quayaquil, Manta u. Sanchez. Ebenda.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Seeunfall oder nicht? (Zur Frage der Patententziehungen.) »Hansa« 1907, Nr. 48.
Entscheidung des hanseatischen Oberlandesgerichts. »Hafen der Ausreise« im Sinne des § 69, Abs. 2 der Seemanns-Ordnung. »Hansa« 1907, Nr. 50.

Verschiedenes.

Der Physikunterricht an Navigationsschulen. Strädе. »Hansa« 1907, Nr. 49.
Allgemeine Vorschläge f. d. Änderung d. mathematischen Aufgaben in den Prüfungen für Seesteuerleute und Schiffer auf großer Fahrt. J. Möller u. O. Steppes. »Hansa« 1907, Nr. 51.
L'école d'application de la marine marchande. »Le Yacht« 1907, Nov. 16.
Über die Natur der Polarländer. O. Nordenskjöld. (Fortsetz.) »Geogr. Ztschr.« 1907, Nr. 11.
On North Polar problems. Fridtjof Nansen. »Geogr. Journal« 1907, Decemb.
Über die Arbeiten des Samoa-Observatoriums. F. Linke. »Physik. Ztschr.« 1907, Nr. 23.
The recent scientific missions for the measurement of arcs of the meridian in Spitzbergen and Ecuador. G. W. Littlehales. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1907, Novemb.

Die Witterung an der deutschen Küste im November 1907.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm +						Lufttemperatur, °C.					Zahl der	
		Mittel		Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.									Frost-tage	Eistage
		red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Max.	Dat.	Min.	Dat.	8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	(Min. < 0°)	(Max. < 0°)
Borkum	10.4 m	62.6	+2.0	74.2	31.	44.2	26.	4.6	6.3	5.1	5.1	—0.1	5	1
Wilhelmshaven	8.5	63.4	+2.3	74.6	21.	45.9	26.	3.1	5.7	4.0	3.9	—0.7	9	4
Keitum	11.3	63.4	+3.1	75.7	21.	46.3	27.	3.3	5.0	3.8	3.8	—0.9	7	1
Hamburg	26.0	64.3	+2.8	75.4	21.	48.7	13.	2.2	5.0	3.4	3.2	—0.9	10	2
Kiel	47.2	64.1	+3.1	75.8	21.	47.7	26.	2.4	4.6	2.6	2.9	—0.9	10	3
Wustrow	7.0	64.8	+3.5	76.0	21.	48.5	27.	1.9	4.5	2.7	2.7	—1.5	14	1
Swinemünde	10.05	65.1	+3.1	75.3	21.	50.8	27.	2.3	4.6	3.2	3.0	—0.8	12	4
Rügenwaldermünde	4.0	66.0	+4.0	76.2	27.	51.4	27.	1.0	4.5	2.4	2.2	—1.4	14	4
Neufahrwasser	4.5	66.2	+4.1	77.0	22.	51.3	13.	1.2	3.7	2.2	2.0	—1.1	15	6
Memel	4.0	66.8	+5.3	78.9	22.	52.0	13.	0.8	2.7	1.4	1.4	—1.5	16	6

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute, Mittl. mm	Relative, %							
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N	8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	7.2	3.5	13.3	1.	—2.9	22.	2.2	2.0	1.6	6.3	94	90	94	7.2	5.4	5.5	6.0	—1.2
Wilh.	6.6	1.8	12.4	27.	—4.9	21.	2.6	2.5	2.0	5.8	94	86	91	7.9	6.6	6.4	7.0	—0.1
Keit.	7.2	2.3	12.3	2.	—3.9	21.	1.7	2.0	1.8	5.7	93	86	94	7.1	7.1	5.6	6.6	—0.4
Ham.	6.5	1.1	13.6	27.	—4.9	21.	2.6	2.6	1.9	5.7	97	89	94	7.8	6.9	5.6	6.8	—0.8
Kiel	5.6	1.4	11.9	27.	—4.2	21.	2.1	2.0	1.9	5.3	94	85	91	6.9	5.2	5.1	5.8	—1.8
Wus.	6.2	0.5	12.6	27.	—6.0	21.	2.8	2.5	1.8	5.6	93	86	90	8.4	6.3	4.6	6.4	—1.5
Swin.	5.7	1.1	12.3	1.	—6.4	20.	2.1	1.9	2.2	5.2	92	81	86	7.1	6.6	6.6	6.8	—0.8
Rüg.	5.5	—0.1	11.6	1.	—8.2	20.	2.4	2.0	2.2	5.2	95	87	91	6.3	6.2	6.3	6.3	—1.2
Neuf.	4.7	0.2	11.0	1.	—7.0	19.	2.4	2.0	1.9	4.9	90	84	87	7.2	7.1	7.2	7.2	—0.5
Mem.	4.1	—0.4	9.3	11.	—8.2	19.	2.8	2.2	2.3	4.6	87	81	88	7.4	7.2	7.1	7.2	—0.8

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
	8a V–8p N	8p N–8a V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≧ mm 0.2	1.0	5.0	10.0	[illegible] u. T	Sommertage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	25	18	43	— 21	13	25.	12	9	4	1	0	0	5	11	6.7	+0.3	16.5	25.
Wilh.	10	14	24	— 29	7	26.	11	7	1	0	0	0	4	15	(?)	?	12.5	kein Sturm
Keit.	32	29	61	— 6	21	25.	10	9	5	1	0	0	4	14	4.0	—	12	27.
Ham.	6	12	18	— 30	7	26.	8	6	1	0	0	0	3	15	4.8	—0.2	12	kein Sturm
Kiel	8	11	19	— 38	5	26.29.	6	6	0	0	0	0	5	10	4.6	—0.8	12	kein Sturm
Wus.	3	14	17	— 18	4	25.	7	7	0	0	0	0	5	13	3.4	—2.4	12	„ „
Swin.	3	15	18	— 19	6	28.	11	5	1	0	0	0	2	14	3.0	—2.0	10.5	„ „
Rüg.	8	19	27	— 20	11	29.	11	4	2	1	0	0	6	16	3.7	—	15	30.
Neuf.	11	17	28	— 11	9	14.	13	9	1	0	0	0	5	17	3.3	—	12	30.
Mem.	12	15	27	— 25	9	30.	10	7	2	0	0	0	4	18	3.9	--	12	30.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	8	1	3	0	9	3	29	5	8	3	16	0	1	0	2	1	1	2.6	2.7	2.6
Wilh.	1	0	0	0	4	10	21	5	18	7	8	3	2	0	1	1	9	3.5	2.5	3.3
Keit.	4	2	1	1	1	13	31	2	10	6	7	1	1	2	1	2	5	3.1	3.2	3.0
Ham.	0	1	1	0	10	19	20	6	1	9	3	8	2	5	1	3	1	3.5	3.7	3.1
Kiel	2	0	0	1	3	6	24	9	11	9	8	2	2	0	6	1	6	3.4	2.8	3.1
Wus.	0	1	1	0	6	9	34	4	7	5	5	2	1	2	1	4	8	3.3	3.0	2.4
Swin.	2	1	0	0	4	6	20	16	6	7	7	2	5	4	2	5	3	2.5	2.7	2.5
Rüg.	1	3	2	4	4	10	14	7	12	14	4	3	1	1	0	2	8	2.6	2.8	2.6
Neuf.	2	0	3	0	1	10	16	12	15	7	6	3	3	1	2	4	5	2.0	2.6	2.1
Mem.	1	0	3	6	16	13	22	7	3	3	6	0	3	2	0	1	4	2.5	2.4	2.2

Die Witterung an der deutschen Küste stand im Monat November vorwiegend unter dem Einfluß hohen Luftdruckes, der sich größtenteils über dem östlichen Kontinent behauptete. Dementsprechend herrschte verhältnismäßig ruhiges, ziemlich kühles und sonnenscheinreiches Wetter mit geringen Niederschlägen und meist südöstlichen Winden vor. Wie aus der vorstehenden Tabelle, die die meteorologischen Beobachtungen in Mittelwerten wiedergibt, hervorgeht, war der Luftdruck im Durchschnitt etwa $3^1/_2$ mm zu hoch, die Lufttemperatur etwa 1° zu tief, und die Bewölkung blieb nahezu 15 % hinter dem Mittelwert zurück, während die Niederschlagsmengen sich annähernd um 50 % unter den im November zu erwartenden Monatssummen hielten. Steife und stürmische Winde traten in den ersten beiden Dekaden nur ganz vereinzelt, am 24., 25. und 27. aber in größerer Verbreitung und besonders am 30. im äußersten Osten auf.

Hinsichtlich der allgemeinen Luftdruckverteilung kam die deutsche Küste vom 13. bis zum 15. und vom 23. bis zum Schluß des Monats in den Bereich von Depressionen; sonst herrschte eine antizyklonale Wetterlage vor.

Am 1. November lag eine schmale Rinne tieferen Luftdruckes vor dem deutschen Küstengebiet und trennte Hochdruckgebiete über Süd- und Nordeuropa. Die Witterung war infolgedessen ruhig, mild und meist trübe, stellenweise fielen Niederschläge. Am folgenden Tage hatte sich die Furche tieferen Druckes ausgefüllt und die beiden barometrischen Maxima zu einem umfangreichen, Österreich-Ungarn, Deutschland, Westrußland und Skandinavien umfassenden Hochdruckgebiet vereinigt, das, langsam ostwärts zurückweichend, zunächst bis zum 12. November auch für die Witterung an der deutschen Küste bestimmend blieb. Die Luftströmung war während dieser Tage eine fast andauernd südöstliche, so daß trockene und ziemlich kalte Luft aus dem östlichen Kontinent herbeigeführt wurde. Das Wetter war deshalb vorwiegend kalt, heiter oder neblig und sonst trocken. Die Luftbewegung war vorwiegend schwach, nur vom 3. bis 5. wehten

an der deutschen Nordseeküste vereinzelt steife östliche bis südöstliche Winde, die durch Ausläufer einer im Westen gelegenen Depression verursacht wurden.

Eine wesentliche Änderung der Wetterlage brachte sodann der 13. November. Ein Teilminimum war von Island her nach der Nordsee vorgedrungen und gleichzeitig ein bis nach den Alpen reichender Ausläufer nach Polen vorgedrungen. Das Tags zuvor über Österreich-Ungarn und Westrußland gelegene Hochdruckgebiet hatte sich nach Innerrußland zurückgezogen, während ein intensives Maximum über der Biscayasee sich geltend machte. Infolgedessen drehte der Wind nach Südwest und frischte bis zu steifen und stürmischen Winden auf. Zugleich traten bei steigenden Temperaturen allgemeine Trübung und Regenfälle ein. Das Minimum entfernte sich am folgenden Tage nach Rußland, nicht ohne den östlichen Teilen des deutschen Küstengebietes noch ergiebige Niederschläge zu bringen. An demselben Tage trat ein neuer Ausläufer der andauernd im hohen Norden gelegenen Depression nach der Nordsee vor, der an den folgenden Tagen nur für die deutsche Nordseeküste Bedeutung gewann, da er durch ein am 16. aus dem Nordosten Europas vordringendes intensives Hochdruckgebiet von der Ostsee fern gehalten wurde.

Letzteres behauptete seine Herrschaft bis zum 22. Tage des Monats und verursachte bei einer vorwiegend südöstlichen Luftströmung ruhiges und meist trockenes Wetter mit sinkenden Temperaturen. An der deutschen Nordseeküste setzte die kältere Witterung erst am 20. November ein, da hier noch Ausläufer der nordischen Depression etwas wärmere ozeanische Luft herbeiführte. In diese Witterungsperiode fielen die kältesten Tage des Monats. Am 19. verzeichnete Memel ein Temperatur-Minimum von —8.2° und die übrigen Normal-Beobachtungsstation an den beiden folgenden Tagen Minima von 3 bis 7° unter Null.

Am 23. November setzte sodann eine bis zum Schluß des Monats anhaltende Regenperiode ein mit vorwiegend südwestlicher, an den letzten Tagen nordwestlicher ozeanischer Luftströmung. Am 23. begann das letztgenannte Hochdruckgebiet sich nach Innerrußland zurückzuziehen, da eine Depression von Island her nach der Nordsee vordrang, die an der Nordseeküste am 24., 25. und 27. vielfach steife Winde hervorrief. Da die Winde noch bis zum Morgen des 24. meist ihre südöstliche Richtung behielten, blieb die Temperatur bis zu diesem Tage noch unter der Normalen, an der östlichen Ostseeküste sogar noch bis zum 26., da hier erst am 26. die südwestliche ozeanische Luftströmung bei dem weiteren Vordringen der Depression einsetzte. Die Temperatur stieg besonders am 27. an der Nordseeküste und am 28. an der Ostseeküste erheblich (um nahezu 10°). An diesem letzteren Tage vollzog sich sodann eine Veränderung der Wetterlage dadurch, daß die Tags zuvor fast den ganzen Erdteil bedeckende Depression in zwei Teile geteilt wurde, indem von Island her ein Hochdruckgebiet vordrang und mit dem hohen Druck über dem Balkan in Verbindung trat. Ein Teil der Depression zog nach dem Nordosten ab, der andere verlagerte sich nach der Biscayasee, so daß am 30. November das deutsche Küstengebiet nordwestliche bis nördliche Winde hatte, die im äußersten Osten noch zu Stärke 8 und 9 nach der Beaufortskala auffrischten.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68—71.

60° 80° 100°

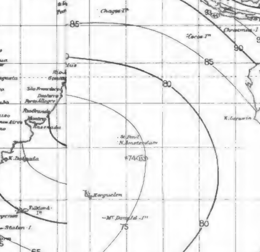
...gelschiffsreisen.

...ittlerer Reisedauer von Lizard (Aus...

in Tagen,

...n Reisen der Jahre 1893 - 1904.

... bed. Anzahl der benutzten Reisen



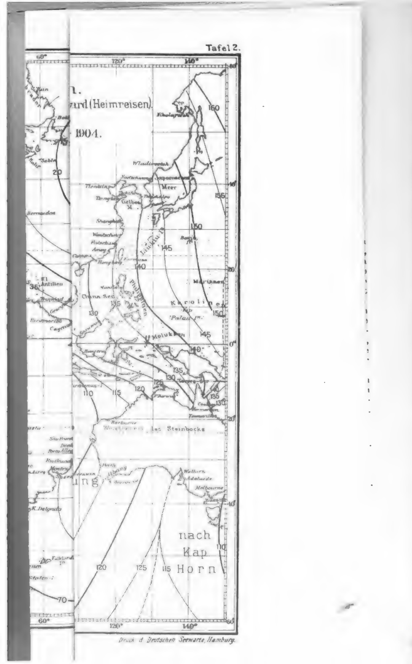
an d
die

Ein
zeit
Das
gebi
Max
Win
Zugl
ein.
den
zu b
hohe
Tag
am
von

veru
troc
setzt
der
diese
Mem
stati

Rege
liche
gebi
her
vielf
meis
noch
da I
Vor
27.
An
dad
zwe
und
Dep
Bisc
nörd
der

Digitized by Google



Tafel 2.
(Heimreisen).
1904.
Wladiwostok
Japanisches Meer
Gelbes M.
Shanghai
Hongkong
Formosa
Philippinen
Chin. See
Marianen
Karolinen
Palau Iⁿ.
Molukken
Torres-Str.
Cooktown
Rockhampton
Wendekreis des Steinbocks
Wallaru
Adelaide
Melbourne
nach
Kap
Horn
Antillen
Bermudas
Sable
Falkland Iⁿ.
K. Delgado
60°
120°
140°
Druck d. Deutschen Seewarte, Hamburg.

a
d

F
z
L
g
N
V
Z
e
d
z
h
T
a
v

v
t
s
d
d
M
st

R
li
g
h
vi
m
n
d
V
2
A
d
z
u
D
B
n
d

Die Windrichtung in 800 Drachenaufstiegen und 44 „Abreißern" bei Hamburg, 1903—1906.

Von W. Köppen.

Seit Gründung der neuen Drachenstation der Deutschen Seewarte konnten von April 1903 bis November 1906 an 800 Tagen Drachenaufstiege gemacht werden. An 635 von diesen Tagen überschritt der Registrierapparat die Höhe von 1000 m. Von den Aufzeichnungen desselben über Druck, Temperatur, Feuchtigkeit und horizontale Geschwindigkeit der Luft haben wir im Februarheft des vorigen Jahrganges Proben gebracht.

Über die Richtung der Luftströmungen dagegen gibt der Stand der Drachen am Himmel Auskunft. Ihr Azimut wird nach etwa 60 Objekten am Horizont, deren Peilung zuverlässig bestimmt ist, während des Aufstiegs möglichst genau festgestellt. Bei der Ableitung der Windrichtung aus diesen Aufzeichnungen treten zwei Fehlerquellen störend in den Weg:

1. Wenn der Drache nicht genau symmetrisch ist, so kann sein Flug um 20 und noch mehr Grade nach rechts oder links von der Windrichtung abweichen, ohne daß er die Stabilität verliert. Man erkennt dies hauptsächlich aus dem Vergleich mit dem Verhalten anderer Drachen bei demselben Aufstieg. Seit die Drachen unserer Drachenstation genau übereinstimmend nach demselben Typ — nur in zwei Varianten und fast nur in zwei Größen — gebaut werden, kommt solches Schiefliegen nur bei alten, durch den Wind verdrückten Drachen vor.

2. Zweitens bildet, wenn Unterwind und Oberwind verschieden sind, ein Drachengespann und seine horizontale Projektion keine gerade, sondern eine gebrochene, ja sogar infolge des Drucks des Windes auf den Draht eine gekrümmte Linie. Die Peilung des obersten Drachens gibt die Sehne dieser Linie, während die Windrichtung beim obersten Drachen die Richtung der Tangente zu derselben an diesem Punkt hat. Dieser Umstand wurde bei uns früher nur nach Schätzung und vielleicht nicht immer genügend berücksichtigt.

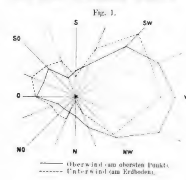
Dies vorausgeschickt, wenden wir uns nun unserem Material zu. Von Interesse ist es, sowohl die mittlere Häufigkeit der verschiedenen Windrichtungen in verschiedenen Höhen über dem Boden, als die Unterschiede in den gleichzeitigen Richtungen in diesen Höhen im einzelnen Aufstieg kennen zu lernen. Was die erstere betrifft, so war

Tabelle 1. die absolute Anzahl der Fälle 1903 bis 1906:

Windrichtung	In Aufstiegen unter 1000 m		In Aufstiegen über 1000 m			Insgesamt (alle Aufstiege)	
	am Erdboden	zuoberst	am Erdboden	in 1000 m Höhe	zuoberst	unten	zuoberst
S	4	4	18	22	25	22	29
SSW	11	8	47	40	31	58	39
SW	25	17	75	65	63	100	80
WSW	13	20	80	73	81	93	101
W	11	18	86	85	95	97	113
WNW	18	14	50	90	90	69	104
NW	17	15	44	48	51	61	66
NNW	3	7	17	26	31	20	38
N	2	2	3	14	20	5	22
NNO	5	5	22	17	14	27	19
NO	4	4	25	16	15	29	19
ONO	5	5	24	21	16	29	21
O	12	11	33	25	33	45	44
OSO	17	11	37	26	27	54	39
SO	14	12	33	31	32	47	44
SSO	2	10	41	17	12	43	22

Die beiden vorletzten Reihen sind in Fig. 1 graphisch dargestellt. Die häufigsten Richtungen waren unten SW bis W, oben WSW bis WNW. Die Richtungen SSW und SW sowie alle östlichen waren unten, die Richtungen WSW bis N oben stärker vertreten.

Fig. 1.



——— Oberwind (am obersten Punkt).
------- Unterwind (am Erdboden).

Die bekannte Tatsache, daß das Übergewicht der westlichen Winde in der Höhe stärker ist als am Erdboden, spricht sich auch in diesen Zahlen aus: am Erdboden kamen 34 % der Winde aus der östlichen Hälfte des Horizonts, oben dagegen nur 26 %. Von größerem Interesse ist die Frage, wie sich dieses stärkere Vorwalten der westlichen Winde in der Höhe bei den verschiedenen Richtungen des unteren Windes gestaltet. Unserem Material lassen sich wertvolle Auskünfte über die Unterschiede in der gleichzeitigen Windrichtung am Erdboden und in der Höhe entnehmen. Die Tabellen 2 bis 4 geben zunächst ohne Unterschied der Jahreszeiten die Anzahl der Fälle, in denen die obere Windrichtung um 2, 4, 6 usw. Strich von der in der ersten Spalte angegebenen Windrichtung am Erdboden abwich, und zwar im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers als +, im entgegengesetzten als − gerechnet. Es war also beispielsweise in 25 Aufstiegen unter 1000 m (Tabelle 4), bei denen am Boden SW-Wind herrschte, am obersten Punkt in 2 Fällen der Wind SSW, in 6 Fällen WSW und in 5 Fällen W, zwölfmal aber war er oben wie unten SW.

Tabelle 2. Unter- und Oberwind in 634 hohen Aufstiegen von über 1000 m; mittlere Höhe etwa 2200 m.

A. Richtungsunterschied zwischen Erdboden und der größten Höhe.

	−45	−22	0	+22	+45	+67	+90	+112	+135	(180)	Anzahl	Mittl. Winkel
S	0	0	1	5	8	1	2	1			18	16
SSW	1	2	5	16	19	2	0	0	1		47	31
SW	0	0	15	28	23	[illegible]	1	1			75	29
WSW	1	1	21	31	15	6	1	1			80	24
W	2	[illegible]	30	38	10	6	0	0			8[illegible]	15
WNW	0	5	26	14	1	1	1	0			[illegible]	9
NW	0	1	16	17	7	1	0	0			41	16
NNW	1	3	[illegible]	6	3	2	0	0			1[illegible]	17
N	0	0	1	0	1	1	0	0			[illegible]	[illegible]
NNO	[illegible]	1	8	8	1	2	0	1			22	[illegible]
NO	2	2	2	7	10	1	1	0			[illegible]	25
ONO	0	2	6	9	6	1	0	0			[illegible]	[illegible]
O	0	1	30	52	[illegible]	1	2	0	[illegible]		[illegible]	28
OSO	[illegible]	1	9	16	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2			[illegible]	30
SO	[illegible]	0	1	1	[illegible]	8	[illegible]	[illegible]			[illegible]	[illegible]
SSO	0	2	2	10	10	12	[illegible]	[illegible]			41	[illegible]
Summe	8	21	163	221	131	[illegible]	21	[illegible]			634	20

Tabelle 3. Unter- und Oberwind in den hohen Aufstiegen.

B. Richtungsunterschied zwischen Erdboden und 1000 m Höhe.

	−45	−22	0	+22	+45	+67	+90	+112	Anzahl	Mittl. Winkel
S			2	6	6		2		16	36
SSW		1	6	23	14	1	1		46	28
SW			26	28	21	2			77	22
WSW	1		29	31	14	3	1		79	20
W		2	25	40	9	[illegible]			81	18
WNW		[illegible]	29	10	5	1			48	9
NW		3	24	[illegible]	3	2			47	12
NNW	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4	2			16	22
N			1	1	2				4	27
NNO		1	9	[illegible]	3	1			20	16
NO	[illegible]	1	4	9	5				22	12
ONO		2	9	9	3	1			24	15
O			1[illegible]	11	3	3		1	31	24
OSO			8	[illegible]	4	1	3		30	25
SO		1	[illegible]	[illegible]	9	8	1		29	40
SSO		1	[illegible]	[illegible]	15	9	[illegible]		38	41
Summe	5	17	192	[illegible]	[illegible]	37	9	1	617	22

¹) = 67, ²) = 180.

Der mittlere Winkel zwischen Unterwind und Oberwind ist in allen drei Zahlenreihen bei WNW am kleinsten, bei SO oder SSO am größten, und zwar beträgt der Unterschied 3 bis 4 Strich. Der Gang der Zahlen ist, im ganzen genommen, sehr regelmäßig, selbst bei den kleinen Aufstiegen, deren durch-

Digitized by Google

Tabelle 4. **Unter- und Oberwind in 162 kleinen Aufstiegen unter 1000 m: mittlere Höhe etwa 600 m.**

Richtungsunterschied zwischen Erdboden und der größten Höhe.

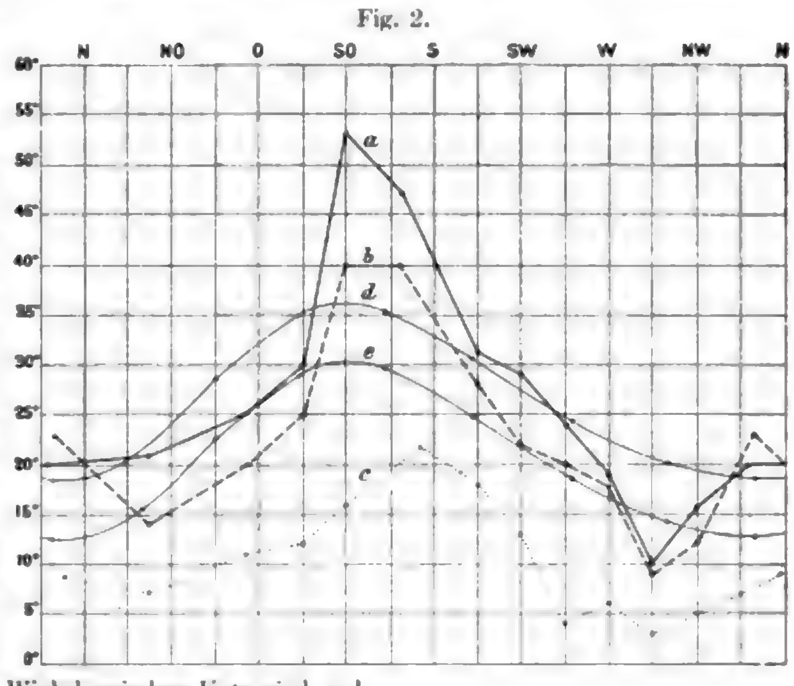
	−45°	−22°	0°	+22	+45°	+67	Zahl	Mittl. Winkel		−45	−22	0	+22	+45	+67	Zahl	Mittl. Winkel
S		1	1		2		4	+17	N			1	1			2	+11°
SSW			5	3	3		11	+18	NNO		1	2	1	1		5	+ 9°
SW		2	12	6	5		25	+13	NO			3	1			4	+ 6°
WSW			11	2			13	+ 4	ONO			2	2		1	5	+22°
W			8	3			11	+ 6	O		1	8	2	1		12	+ 6°
WNW		2	11	4			17	+ 3	OSO		1	9	4	3		17	+12°
NW	1		10	6			17	+ 5	SO			6	6	2		14	+16°
NNW		1	1		1		3	+ 7	SSO				1	1		2	+34°
									Summe	1	9	90	42	19	1		

schnittliche Höhe wenig über 600 m betrug, völlig unzweideutig. Erhebliche Unregelmäßigkeiten zeigen nur die schwach vertretenen Richtungen NNW bis Ost sowie zum Teil Süd und SSO; für die graphische Darstellung der nebenstehenden Fig. 2 wurden deshalb die Richtungen, die in Tabelle 1 und 2 unter 30, in Tabelle 3 weniger als 10 Fälle lieferten, paarweise zusammengeworfen. Werden dagegen alle 16 Richtungen unter Berücksichtigung ihres Gewichts einer leichten Ausgleichung unterworfen und dann die Werte der periodischen Funktion für sie berechnet, so findet man die Ausdrücke für die Abweichung von der Windrichtung

für 2200 m Höhe: $28° + 15° \sin(118° + x) + 6° \sin(126° + 2x)$;
« 1000 « « : $23° + 11° \sin(106° + x) + 4° \sin(124° + 2x)$;
« 640 « « : $11° + 6° \sin(126° + x) + 3° \sin(74° + 2x)$.

Die ersten beiden Gleichungen, die von denselben Aufstiegen gewonnen wurden, unterscheiden sich fast nur in den arithmetischen Mitteln und den Amplituden; selbst die dritte, die aus ganz andern, meist bei viel schwächerem Winde angestellten Aufstiegen gewonnen ist, zeigt in der Hauptsache dasselbe Bild. Der Gegensatz zwischenden N- und NW-Winden einerseits und den S- und SO-Winden anderseits in bezug auf ihr Verhältnis zu den darüber liegenden Luftströmungen ist nicht ganz neu: Cl. Ley hat ihn schon 1877 durch den Vergleich der Beobachtungen des Cirrus-Zuges mit denen des Windes an der Erdoberfläche sehr klar festgestellt. Neu ist nur, bis zu einem gewissen Grade, daß sich diese Gegensätze so tief herab erstrecken und daß der Unterschied, den man zwischen dem Cirrus-Niveau, also etwa 10 km über der Bodenoberfläche, und dieser selbst beobachtet, zu einem so erheblichen Teile durch die untersten $^1/_2$ bis 2 km gebildet wird.

Fig. 2.



Winkel zwischen Unterwind und
a) Windrichtung in Maximalhöhe, Aufstiege > 1000 m (1000—5500 m) ———
b) « « 1000 m Höhe, Aufstiege > 1000 m - - - - - -
c) « « Maximalhöhe, Aufstiege < 1000 m (mittl. 650 m) . . . . . .
d) Isobare am Erdboden in Dänemark | Kurven.
e) « « « « Hamburg |

Will man auf die Ursachen dieser Erscheinung eingehen, so muß man vor allem suchen festzustellen, ob es sich um eine Änderung des horizontalen barometrischen Gradienten oder um eine Änderung des Verhältnisses zwischen Wind und Gradient mit der Höhe handelt.

Daß die horizontale Druckverteilung, anders gesagt, die Richtung und Stärke des Gradienten, in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche nicht dieselbe ist, weiß man sowohl unmittelbar aus der Beobachtung, als mittelbar aus der barometrischen Höhenformel. Nach dieser nimmt, von kleineren Einflüssen abgesehen, der Luftdruck in warmer Luft langsamer mit der Höhe ab als in kalter. Infolgedessen bedeutet bei am Erdboden gleichem Barometerstand niedrigere Temperatur der Luftsäule zugleich niedrigeren Luftdruck in der Höhe. Wenn daher die Luft rechts von der Richtung des barometrischen Gradienten kälter ist, so dreht sich der Gradient mit zunehmender Erhebung nach rechts, wenn links, dann nach links. Anders ausgedrückt: wenn die Luftbewegung von warm zu kalt geht, haben wir Rechtsdrehung, wenn sie von kalt zu warm geht, Linksdrehung des Gradienten mit zunehmender Höhe anzunehmen. Nun hängt die Schnelligkeit der Druckabnahme mit der Höhe freilich nicht von der Temperatur am Erdboden, sondern von derjenigen der betreffenden Schichten in der freien Atmosphäre ab, und die Drachenaufstiege haben gezeigt, in wie zahlreichen Fällen die Temperaturabnahme mit der Höhe große Anomalien an einzelnen Tagen aufweist. Allein die durchschnittliche Horizontalverteilung der Temperatur ist in den höheren Schichten doch ziemlich dieselbe wie unten. Aus der mittleren Verteilung des Druckes und der Temperatur am Erdboden sind wir also wohl berechtigt, Schlüsse über die mittleren Verhältnisse auch der freien Atmosphäre zu ziehen.

Wegen der vorherrschend nach der nördlichen Seite des Horizonts gerichteten Temperaturabnahme müssen sich nach West gerichtete Gradienten mit zunehmender Höhe nach rechts drehen, nach Ost gerichtete dagegen nach links drehen (wenn der Gradient, wie üblich, vom höheren nach dem niedrigeren Druck gerechnet wird).

In demselben Sinne müßte sich auch die Windrichtung mit der Höhe ändern, wenn ihr Verhältnis zum Gradienten überall dasselbe wäre. Das ist aber aus mehreren Ursachen nicht der Fall. In der Formel, welche die Größe des Winkels zwischen der Richtung der Luftbewegung und dem Gradienten (des sogen. Ablenkungswinkels ψ) angibt

$$\operatorname{tang} \psi = \frac{2\,\omega \sin \varphi + \frac{v}{r}}{k + b}$$

ist das erste Glied des Zählers für jeden Ort eine konstante Größe; das zweite hängt vom Krümmungsradius r der Bewegung ab und wirkt im Sinne des Widerstrebens gegen eine Änderung der Bewegungsrichtung (Zentrifugalkraft). Bei geradliniger Bewegung hängen die Änderungen des Winkels ψ also nur vom Nenner ab, nämlich von der veränderlichen Reibung k und Beschleunigung b, letztere gemessen für die Einheit der Strecke $\left(b = \frac{dv}{ds}\right)$. Wie man sieht, ist der Winkel um so kleiner, je größer die Reibung und die positive Beschleunigung. Wird die Beschleunigung negativ, also die Bewegung eine verzögerte, so subtrahiert sie sich von der Reibung derart, daß der Winkel ψ, wenn $k = -b$ ist, dieselbe Größe hat, wie bei reibungsloser gleichförmiger Bewegung. Für die Änderung des Winkels zwischen Wind und Gradient mit der Höhe und bei verschiedenen Windrichtungen ist nun entscheidend, einerseits, daß die Reibung mit der Entfernung vom Boden zuerst rasch, dann langsam abnimmt, anderseits, daß zwischen den mit verschiedener Geschwindigkeit und verschiedener Richtung strömenden Luftschichten ein Luftaustausch von verschiedener Stärke stattfindet und die in andere Niveaus übertretenden Luftmassen ihre Richtung und Geschwindigkeit beizubehalten streben.

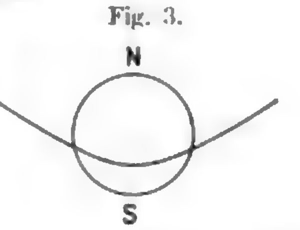
Es wirken also mehrere Ursachen in dem Resultat zusammen; ihre Trennung ist indessen bis zu einem gewissen Grade an der Hand der Beobachtungen möglich. Hierbei können uns namentlich zwei Umstände behilflich sein:

1. Die Änderung des Gradienten mit der Höhe muß in Übereinstimmung mit der barometrischen Höhenformel stehen und kann im allgemeinen nur allmählich und ziemlich proportional mit der Höhe erfolgen; bei Richtungsänderungen auf geringen Höhenabständen wird man daher gewöhnlich mit Änderungen des Winkels zwischen Wind und Gradient zu tun haben. Diejenigen Änderungen, die von veränderter Reibung herrühren, werden in den untersten Luftschichten stark, in den höheren dagegen nur gering sein.

2. Der Winkel zwischen Gradient und Windrichtung in den verschiedenen Höhen muß mit der Reibung, der Beschleunigung und dem vertikalen Luftaustausch in Übereinstimmung stehen. Wenngleich es für Hamburg noch keine Untersuchung über den Winkel zwischen den Richtungen des Windes und des Gradienten gibt, kann man ihn für die Erdoberfläche doch mit ziemlicher Sicherheit nach den für ähnlich gelegene Orte vorliegenden Bestimmungen ermitteln. Für die freie Atmosphäre aber darf man annehmen, daß auch in Höhen von 1000 und 2200 m der Wind im Durchschnitt sicher noch keinen Winkel von mehr als 90° mit dem Gradienten in der gleichen Höhe bildet, daß vielmehr ein solches »Ausströmen« aus den Depressionen nach dem höheren Druck erst in einer 5 bis 10 mal höheren Schicht — der Schicht der Cirruswolken — tatsächlich eintritt. Denn dieses »Ausströmen« kann man sich wohl nur durch ein negatives b, durch ein Vorherrschen der Verzögerung in der Bewegung von Luftmassen, die bei anhaltend geringer Reibung aus stärkeren in schwächere Gradienten gelangt sind, zustande gekommen denken; und diesen Zustand vermag man sich für so geringe Höhen, wie 1 und 2.2 km, kaum vorzustellen. Von wo sollten diese Luftmassen kommen?

Zu 1 ist zu bemerken, daß die charakteristischste Wetterlage bei windigem Wetter in Norddeutschland die ist, daß der Beobachtungsort im südlichen Halbkreise einer barometrischen Depression liegt, in deren südlichem Teile die Lufttemperatur höher ist als in ihrem nördlichen, deren Isobaren also sich mehr und mehr nach N öffnen, je größer die Höhe über dem Meeresspiegel ist. Hier muß in der Tat über südlichen Winden der Gradient mit zunehmender Erhebung eine Drehung nach rechts, über nördlichen dagegen eine solche nach links erfahren; mit andern Worten, wegen dieser Temperaturverteilung ist das Übergewicht der nordwärts gerichteten Gradienten in der Höhe größer als am Erdboden und ist die Tendenz zu solchen sowohl über südlichen als über nördlichen Winden vorhanden. Fig. 3 möge dies schematisch erläutern.

Fig. 3.



Diese Drehung der Druckgradienten, die durch die geringere vertikale Druckabnahme in warmer Luft im Vergleich zur kalten bedingt ist, kann freilich nur bei bedeutenden Höhenunterschieden große Werte erreichen. Die Größe der Drehung hängt vom Verhältnis der thermischen zu den barischen Gradienten und vom Winkel zwischen den Isothermen und Isobaren ab. Beträgt dieser Winkel 90° und jenes Verhältnis (°C. und mm zugrunde gelegt) annähernd 1, so wird, wenn die Temperatur überall nach N abnimmt, das barometrische Gefälle in etwa $2\frac{1}{2}$ km Höhe NO, wenn es unten O war, und NW, wenn es unten W war. Unter günstigen Umständen kann also diese Drehung bis zur mittleren Höhe unserer größeren Drachenaufstiege 4 Strich erreichen. Aber nach unten müßte der Winkel ungefähr proportional der Höhe abnehmen, während in Wirklichkeit er oben sehr langsam, unten sehr schnell sich ändert; zwischen 1000 und 2200 m Höhe beträgt die Drehung nur durchschnittlich 18% von der ganzen Drehung zwischen 0 und 2200 m Höhe, anstatt 55%.

Zu 2. Der Hauptteil der starken Winddrehung in den untersten Schichten ist nicht der Änderung des Gradienten, sondern derjenigen des Verhältnisses zwischen Wind und Gradient als Folge der mit wachsender Entfernung vom Erdboden abnehmenden Reibung zuzuschreiben. Zwei verschiedene Ursachen wirken dahin, diesen Einfluß der Reibung bei SO-Winden viel größer werden zu lassen, als bei NW-Winden. Da sie beide in demselben Sinne wirken, sind sie schwer zu trennen. Die eine liegt darin, daß in den unteren Luftschichten die zyklonalen

Windwirbel sich nach Art einer Welle auf immer neue Luftmassen fortpflanzen, so daß auf ihren Vorderseiten Luft in Bewegung gesetzt wird, und auf den Rückseiten Luft zur Ruhe kommt. Im ersteren Falle muß nach der Theorie der Winkel zwischen Wind und Gradient kleiner sein, als im letzteren; in unseren Gegenden aber sind es südliche und östliche Winde, die die Vorderseite, nördliche und westliche, die die Rückseite des Wirbels in der Regel bilden, und bei denen wir also die entsprechenden Unterschiede im Ablenkungswinkel erwarten dürfen; die südöstlichen sind überwiegend entstehende, die nordwestlichen erlöschende Winde.

Noch wichtiger wohl ist die zweite Ursache, die verschiedene Größe des vertikalen Luftaustauschs bei diesen Windrichtungen. Der halbbewölkte Himmel bei nordwestlichen Winden mit seinen hochgetürmten Cumulus- und Cumulonimbus-Wolken und blauen Zwischenräumen zeigt einen viel lebhafteren Wechsel von auf- und niedergehenden Bewegungen in der Atmosphäre an, als der entweder wolkenlose oder von einer gleichmäßigen Decke bezogene Himmel bei Südostwinden. Dadurch müssen aber auch die Unterschiede zwischen der Richtung und Geschwindigkeit des Windes oben und unten bei Nordwestwind viel mehr ausgeglichen werden, als bei Südostwind, wo die unterste Luftschicht weniger mit der darüberliegenden gemischt wird.

Beide Ursachen wirken dahin, den mittleren Winkel zwischen Wind am Erdboden und Isobare bei Südostwinden mehr als doppelt so groß werden zu lassen, als bei Nordwestwinden. Wir dürfen in dieser Hinsicht den Befund Hoffmeyers an den Winden von Dänemark auch für Hamburg als maßgebend ansehen und können annähernd bestimmen, um wie viel dieser mittlere Winkel infolge der kontinentaleren Lage Hamburgs von dessen Werten abweichen kann. Denn es ist nicht denkbar, daß in der freien Atmosphäre 600 oder gar 1000 m über dem Boden die Reibung größer sein könne als auf offener Meeresfläche und besonders als auf Inseln.

Die Werte von Hoffmeyer findet man in der Meteorol. Zeitschrift von 1878, S. 338. Sie sind nach der Richtung der Tangente zur Isobare geordnet. Um daraus die den einzelnen Windrichtungen entsprechenden Werte zu bekommen, ist graphische Interpolation am geeignetsten. Wir gelangen so zu folgenden Zahlen für den Winkel zwischen Isobare und Wind (Tabelle 5):

A. Richtung der Tangente	S	SW	W	NW	N	NO	O	SO	Mittel
Winkel mit dem Winde nach Hoffmeyer	29½	24½	18½	14½	12½	15½	22½	29	21°

B. Richtung des Unterwindes		S	SW	W	NW	N	NO	O	SO	Mittel
Winkel mit der Isobare, graphisch aus Obigem		27	22	16½	13½	12½	18	27	30	21
Winkel mit dem Winde in	2.2 km	41	28	19	14	20	22	27	50	27
	1 km	35	23	16	12	20	15	22	38	22
	0.6 km	19	12	5	5	8	8	11	16	10
Winkel des oberen Windes mit der unteren Isobare	2.2 km	+14	+ 6	+ 2½	+ ½	+ 7½	— 4	0	+20	— 6
	1 km	+ 8	+ 1	— ½	— 1½	+ 7½	— 3	— 5	+ 8	+ 1
	0.6 km	— 8	—10	—11½	— 8½	— 4½	— 10	—16	—14	—11

Betrachten wir zunächst die mittleren Winkel, so ist zu beachten, daß die Daten für 2.2 und für 1 km Höhe aus denselben Aufstiegen stammen, diejenigen für 0.6 km aber durchweg aus andern; wenn wir daher sehen, daß die Drehung des Windes zwischen dem Erdboden und 0.6 km nur 10°, jene von da bis 1 km Höhe scheinbar 12° beträgt, so ist dieses nur der Verschiedenheit des Materials zuzuschreiben. Die hohen Aufstiege zeigen, daß die Drehung nach oben hin rasch schwächer wird, indem sie in den untersten 1000 m 22°, in den darauffolgenden nur 5° beträgt, und alles weist darauf hin, daß innerhalb ein und desselben Aufstiegs auch die Änderung bis zu 500 m Höhe durchschnittlich

größer ist, als von 500 bis 1000 m. Die eingangs erwähnten Fehlerquellen machen eine eingehende Untersuchung dieser Einzelheiten vorläufig noch nicht lohnend; eine solche für eine Auswahl von Aufstiegen mit stärkerer Drehung wird weiter unten geliefert.

Auf S. 28 des zweiten Bandes in dem schönen Werke von Hildebrandsson und Teisserenc de Bort, »Les bases de la météorologie dynamique« findet man die Winkel zwischen dem Winde an der Erdoberfläche und dem Gradienten für eine Reihe von Orten aus Europa zusammengestellt. Dieser Winkel, der sogenannte Ablenkungswinkel, ist die Ergänzung des Winkels zwischen Wind und Isobare bis zu 90°; für Dänemark ist er also im Mittel 69°. Er beträgt in Karlsruhe nur 28°, in Wien 38°, in Breslau 43°, Magdeburg 47°, Upsala 49°, Höchenschwand 52°; alle diese Orte mit kleinem Ablenkungswinkel haben westlich von sich, in der Richtung von wo die vorherrschenden Winde kommen, ein Gebirge. Die folgenden Orte mit einem Ablenkungswinkel von mittlerer Größe — 64 bis 70° — liegen in freier Ebene oder an hügeliger Küste: Aachen mit 70°, Furnes mit 66°, Swinemünde, Wäderobod und Utklippan mit 67 bis 64°. Sehr frei auf Gipfeln oder im Meere gelegene Orte haben noch größere Winkel: Schneekoppe (51° Br.) 71°, Sandön in der Ostsee ($58^1/_2$° Br.) 74°, Thorshavn (62° Br.) 80°. Nach Clement Leys Zahlen, die auf S. 2 des genannten Bandes angeführt sind, gehören zur letzteren Gruppe der Orte mit großem Ablenkungswinkel auch die Küstenstationen Scarboro, Brest, Scilly, Yarmouth, Pembroke, Thurso und Holyhead; zu der Gruppe mit mittelgroßem Winkel (60 bis 70°) Aberdeen, London, Greencastle, Nottingham, Oxford und Brüssel; kleine Winkel weisen bei ihm Paris (36°) und Skudenes (41°) auf, für letzteres werden übrigens wohl die Isobaren auf den Cl. Leyschen Karten jedenfalls weniger genau gewesen sein als für die englischen Orte.

Wir dürfen also wohl auch für das fern von allen Gebirgen gelegene Hamburg einen Ablenkungswinkel von mindestens 60 bis 65° annehmen. Daß er etwas kleiner, als an den dänischen Stationen, also < 69° sei, wird immerhin auch durch die Ergebnisse unserer Untersuchung wahrscheinlich gemacht. Denn wenn auch für die Cirrus-Schicht eine durch Zentrifugalkraft ausströmende Bewegung in den Depressionen angenommen werden darf, also eine solche, die eine nach höheren Drucken gerichtete Komponente besitzt, so ist doch für die geringe Höhe von 2.2 km, noch dazu im Mittel aller Wetterlagen, eine solche durchaus unwahrscheinlich. Wir dürfen also voraussetzen, daß die Luftbewegung in Hamburg, statt in 2.2 km Höhe im Mittel um 6° nach der Seite des höheren Drucks von den Isobaren des Meeresniveaus abzuweichen, diesen ungefähr parallel geht, dementsprechend also am Erdboden um etwa 27° nach der Seite des niederen Drucks von den Isobaren abweicht; und mit diesem Ergebnis wenden wir uns der Betrachtung der einzelnen Windrichtungen zu.

Da sich aus der etwas kontinentaleren Lage Hamburgs kein Grund dafür ableiten läßt, daß auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Windrichtungen hier anders sein sollten als in Dänemark, so dürfen wir die wahrscheinlichen Werte des Winkels zwischen der oberen Luftströmung und der Isobare in Hamburg in den folgenden Zahlen sehen, die aus der Korrektion der untersten Zeilen der letzten Tabelle mit + 6° und Abrundung derselben auf ganze Zahlen hervorgegangen sind:

Untere Windrichtung		S	SW	W	NW	N	NO	O	SO	Mittel
Winkel zur unteren Isobare	für 2.2 km Höhe	+ 8	0	— 3	— 5	+ 1	— 2	— 6	—11	0°
	für 1 km Höhe	+ 2	— 5	— 6	— 7	+ 1	— 9	—11	+ 2	—5°

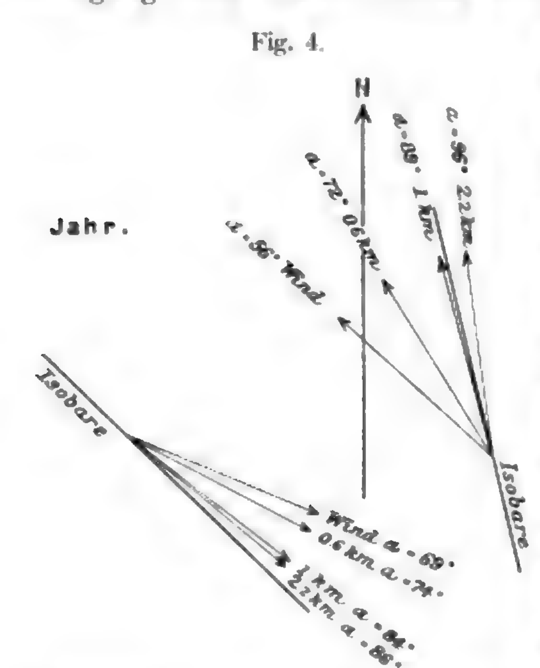
Fassen wir die beiden charakteristischsten Windgruppen — OSO bis SSW auf der einen, W bis N auf der andern Seite — zusammen, die durchschnittlich der Vorder- und Rückseite einer Cyklone entsprechen, so erhalten wir folgende Prozentzahlen:

Tabelle 6. Abweichung des Oberwinds vom Unterwind.

Unterwind	Mittlere Höhe	nach links		0	nach rechts						Mittel, Grade	Zahl der Fälle
		4 Str.	2 Str.		2 Str.	4 Str.	6 Str.	8 Str.	10 Str.	12 Str.		
OSO bis SSW	2.2 km	1	3	12	29	27	15	9	3	1	40°	176
	1.0 „	0	2	13	40	28	11	5	0	0	33°	168
	0.6 „	0	4	44	29	23	0	0	0	0	16°	48
W bis N	2.2 km	0.5	6	37	38	12	6	0.5	0	0	17°	200
	1.0 „	0.5	5	42	36	12	4	0	0	0	15°	196
	0.6 „	2	6	62	28	2	0	0	0	0	5°	50

Nach den Hoffmeyerschen Zahlen ist der Winkel zwischen Unterwind und Isobare für diese beiden Windgruppen in Dänemark durchschnittlich 28° und 15°, Differenz 13°. Auf Hamburg reduziert mit + 6° würden diese Zahlen 34° und 21° sein. Die entsprechende Differenz in den Winkeln zwischen Unterwind und Oberwind ist nach den Zahlen der vorletzten Kolumne 23° in 2.2 km, 18° in 1.0 km und 11° in 0.6 km Höhe. Für letztere Höhe ergibt sich danach der Winkel zwischen Wind und Isobare in beiden Windgruppen annähernd gleich, und zwar für Hamburg 18° und 16°. Der sogenannte Ablenkungswinkel α zwischen Gradient und Windrichtung würde danach hier in dieser Höhe ohne Unterschied der Windrichtung annähernd 73° sein, was auch der Wahrscheinlichkeit entspricht. Dagegen weicht in der Höhe von 2 km über dem Boden die Luftbewegung nach diesen Zahlen schon um 6° nach rechts von der Isobare des Meeresspiegels ab, nach der Seite des höheren Drucks hin. Figur 4 veranschaulicht diese Verhältnisse. Unter »Wind« ist in ihr die mittlere Richtung des Unterwindes in beiden Richtungsgruppen, der Anschaulichkeit wegen orientiert nach der ebenfalls angegebenen N—S-Richtung, eingetragen. Der »Ablenkungswinkel« α ist für sie $90° - 21° = 69$ und $90° - 34° = 56°$. Hieraus ergibt sich direkt die Lage der (unteren) Isobare und vermittels der oben angegebenen Winkel zwischen Unterwind und Oberwind die mittlere Richtung der Luftströmung in 0.6, 1.0 und 2.2 km Höhe und deren »Ablenkungswinkel« α, bezogen auf die Druckverteilung am Erdboden. Daß dieser Winkel in den höheren Schichten — 1 und 2.2 km — bei S und NW wesentlich verschieden, und dabei in entgegengesetztem Sinne, als am Erdboden, sich zeigt, muß wohl der Verschiedenheit des Gradienten oben und unten zugeschrieben werden. Und zwar ist diese Verschiedenheit großenteils in der südlichen Luftströmung zu suchen, bei NW dagegen die Änderung der Druckverteilung mit der Höhe nur gering, weil, wie gesagt, eine vorherrschende Bewegung gegen den Gradienten, die nur durch Trägheit in Verzögerung begriffener Luftmassen erklärbar ist, wohl in der Cirrusregion, also oberhalb 8 km über dem Meere, aber nicht so weit unten angenommen werden kann. Es ist also wahrscheinlich, daß sowohl bei NW-, wie bei S-Strömungen der wirkliche Ablenkungswinkel, bezogen auf den Gradienten des eigenen Niveaus, 1 und 2 km über dem Boden etwa 85° beträgt, daß aber in den südlichen der Gradient in 1 km Höhe etwa 5°, in 2 km etwa 10° nach rechts von demjenigen am Erdboden abweiche, während in nordwestlichen er im Jahresmittel keine große Änderung mit der Höhe zeige. Nach dem, was wir im

Fig. 4.



weiteren sehen werden, bildet der Gradient in jenen Höhen über NW-Winden wahrscheinlich im Winter einen kleinen Winkel nach rechts, im Sommer einen etwas größeren nach links mit dem Gradienten am Erdboden, was auch mit der durchschnittlichen Verteilung der Temperatur in diesen Jahreszeiten gut übereinstimmt.

Der Frage nach dem Einfluß der Jahreszeit auf die Winddrehung mit wachsender Höhe wollen wir uns nun zuwenden.

Um charakteristische Zahlen zu bekommen, wollen wir nur eine kalte und eine warme Jahreszeit unterscheiden, aber die Übergangsmonate April und Oktober außer acht lassen. Die Tabellen 7 bis 12 geben für diese zwei Monatsgruppen und für die schon in Tab. 2 bis 4 unterschiedenen Höhen die Drehung des Windes bis zu dieser Höhe bzw. den Unterschied zwischen den Richtungen am Erdboden und in der fraglichen Höhe, in Graden.

Tabelle 7. **Hohe Aufstiege. Erdboden und oberster Punkt (etwa 2200 m).**
a. November bis März.

	67	45	22	0°	22	45	67	90	112	135	Anzahl	Mittl. Winkel	Diff. gegen Sommer
S				1	2	3	1	1	1		9	[illegible]	2
SSW			1	1	6	8	3			1	20	40	21
SW				5	16	10	5		1		37	34	−11
WSW				7	6	9	5	1			28	35	22
W			1	7	16	7	4				35	26	13
WNW				5	7	2	1	1			16	23	−26
NW				4	9	3	1				17	24	18
NNW		1			4		1				6	−19	9
N						1	1				2		
NNO	1			7	2	1	2				13	12	3
NO					2	2	1				5	40	29
ONO					4	1					5	23	2
O				2	8	2					12	23	2
OSO				4	6		2				12	23	15
SO				1	2	3	7	2			15	55	−8
SSO					5	7	6	3			21	77	7

Tabelle 8. **Hohe Aufstiege. Erdboden und höchster Punkt (etwa 2200 m).**
b. Mai bis September.

	67	45	22	0°	22	45	67	90	112	135	Anzahl	Mittl. Winkel
S					1						1	23
SSW		1	1	4	6	6					18	19
SW				8	12	7	1				28	23
WSW		1	1	14	13	4	1				34	14
W		1		16	11	1	3				32	13
WNW			6	19	5						30	1
NW			1	12	6	2					24	6
NNW			2	2	1	2					7	10
N				1							1	
NNO			1	5	4				1		11	16
NO		3		1	3	2		1			10	11
ONO			1	6	6	3	2				18	21
O			1	7	3	3	1	1			16	21
OSO				2	5	1	1	1	1		11	58
SO		1		1	2	1	3	3			11	47
SSO					4	1	3		1		9	50

Tabelle 9. **Hohe Aufstiege. Erdboden und 1000 m Höhe.**
a. November bis März.

Wind am Boden	45	22	0	22	45	67	90	112	Anzahl	Mittl. Winkel	gegen hmx
S			1	3	3		2		9	13	7
SSW			2	8	6	1	1		18	34	6
SW			8	15	14	1			38	27	7
WSW			6	9	9	3			27	40	7
W		1	6	17	8	2	1		35	27	1
WNW			5	6	4	1			16	24	1
NW			3	9	2	1			15	26	2
NNW	1			3	2				6	19	[illegible]
N					2				2	47	
NNO			3	2	3	1			9	28	9
NO			1	3	1				5	22	18
ONO			1	2					3	15	8
O			4	6	2				12	19	4
OSO			3	9	1	1			14	22	1
SO			1	3	5	4	2		15	39	6
SSO			1	3	8	7	1		20	30	7
Summe	1	1	45	98	70	22	7		244	30	

Tabelle 10. **Hohe Aufstiege. Erdboden und 1000 m Höhe.**
b. Mai bis September.

Wind am Boden	45	22	0	22	45	67	90	112	Anzahl	Mittl. Winkel	C. gegen hmx
S				3	1				4	−28	−5
SSW		1	4	8	4				17	20	−1
SW			12	12	5	1			30	19	4
WSW	1		17	12	2				32	10	4
W			17	13	1	1			32	−13	0
WNW		3	23	3					29	6	1
NW		2	18	3	1				24	3	3
NNW		2	1	2	1				6	8	2
N			1						1		
NNO		1	6	4					11	6	10
NO	3		1	5	1				10	2	9
ONO		2	7	6	2	1			18	13	8
O			10	3	3				16	13	8
OSO			2	8	2		1		13	20	9
SO		1	1	2	2	4			10	38	9
SSO			1	5	3	1			10	32	18
Summe	4	12	121	89	28	8	1		263	13	

Digitized by Google

Tabelle 11. Aufstiege unter 1000 m. Erdboden und höchster Punkt (etwa 600 m).

a. November bis März.

	−45	−22	0	22	45	67	90	112	Anzahl	Mittl. Winkel
S					2				2	+45°
SSW				2	3				5	36°
SW		1	6	4	3				14	14°
WSW			4	1					5	9°
W			4	2					6	7°
WNW			2	2					4	11°
NW				3					3	22°
NNW									0	
N									0	
NNO									0	
NO									0	
ONO			2	1					3	7°
O		1	3	1					5	0°
OSO			6	4	2				12	15°
SO			2	1	2				5	22°
SSO				1					1	

Tabelle 12. Aufstiege unter 1000 m. Erdboden und höchster Punkt (etwa 600 m).

b. Mai bis September.

	−45	−22	0	22	45	67	90	112	Anzahl	Mittl. Winkel
S									0	
SSW			3	1	1				5	13°
SW			5	1	1				7	9°
WSW			2		1				3	15°
W			5	2					7	6°
WNW		2	6	1					9	−2°
NW	1	2	8	1					12	−6°
NNW		1	1	1	1				4	11°
N			1	1					2	
NNO		1							1	
NO			2	1	2				5	27°
ONO			2	1					3	7°
O			3	1					4	6°
OSO			2		1				3	15°
SO			2	1					[illegible]	16°
SSO				1					1	

Daß der durchschnittliche Unterschied zwischen Unterwind und Oberwind in der kälteren Jahreszeit viel größer ist als in der wärmeren, stimmt zu dem geringeren vertikalen Luftaustausch oder der größeren Isolierung der Schichten im Winter gegenüber dem Sommer. Aber auch die Drehung des barometrischen Gradienten mit der Höhe kann an dem Resultat mitwirken. Freilich sind die räumlichen Temperaturunterschiede im Sommer geringer, aber auch die Unterschiede im Luftdruck, und da durchschnittlich bei uns im Winter der niedrigste Druck im NW, die kälteste Gegend aber im O und NO liegt, im Sommer dagegen der niedrigste Druck im N, die kälteste Gegend im NW, so muß die Änderung des barometrischen Gradienten mit zunehmender Erhebung im Winter vorwaltend nach rechts, im Sommer häufiger nach links geschehen, also in der kalten Zeit die durch die Reibung bedingte Rechtsdrehung unterstützen, in der warmen sie teilweise aufheben.

Um dies näher zu untersuchen, betrachten wir wieder die beiden oben unterschiedenen Gruppen von Windrichtungen. Tabelle 13 gibt für sie die Verteilung von Unter- und Oberwind und die mittlere Größe der Drehung nach den beiden Jahreszeiten getrennt.

Tabelle 13.

		−45°	−22	0°	22°	45°	67°	90	112°	135°	Anzahl	Mittl. Winkel
a. November bis März.												
2200 m	OSO—SSW		1	7	21	21	19	6	1	1	77	+45°
	N—W	1	1	16	36	13	8	1			76	+26°
1000 m	OSO—SSW			8	26	23	13	6			76	+40°
	N—W	1	1	14	35	18	4	1			74	+25°
600 m	OSO—SSW		1	18	8	9					36	+16°
	N—W			6	7						13	+12°
b. Mai bis September.												
2200 m	OSO—SSW	1	1	7	21	12	7	4	2		55	+36°
	N—W	1	12	50	23	5	3				94	+ 7°
1000 m	OSO—SSW		2	8	26	12	5	1			54	+28°
	N—W		7	60	21	3	1				92	+ 6°
600 m	OSO—SSW			7	7	2					16	+15°
	N—W	1	5	21	6	1					34	+ 1

Die Verkleinerung des Winkels vom Winter zum Sommer tritt also hauptsächlich bei NW-Winden, viel weniger bei SO-Winden hervor; der Unterschied beträgt bei ersteren 19°, 19° und 11°, bei letzteren 9°, 12° und 1°, je nach der Höhe. Entsprechend ist also der Unterschied zwischen den SO- und NW-Winden in bezug auf die Drehung mit der Höhe im Sommer größer, als im Winter: dort 29°, 24° und 14°, hier nur 19°, 15° und 4°. Die Ursache kann darin liegen, daß der Überschuß an vertikaler Mischung der Schichten, den der Sommer zeigt, hauptsächlich bei Winden aus dem NW-Quadranten eintritt — dem sogenannten NW-Wetter mit Cum-Nb, Regenschauern und Sonnenblicken. Aber auch die Drehung des Gradienten kann in derselben Richtung wirken. Denn die Richtung von kalt zu warm, die nach dem oben S. 52 Gesagten der Rechtsdrehung entgegenwirkt, haben die NW-Winde hauptsächlich im Sommer, während im Winter diese Temperaturverteilung häufiger bei SO-Winden Platz greift.

Dabei ist die Veränderlichkeit der Winddrehung mit der Höhe bei SO-Winden größer, und zwar im Sommer besonders groß. Die mittlere Abweichung des Einzelfalls vom allgemeinen Durchschnitt beträgt im Niveau von 2.2 km:

		mittlere Drehung	mittlere Abweichung
November bis März	SO	+45°	±21°
	NW	+26°	±15°
April bis September	SO	+36°	±37°
	NW	+ 7°	±13°.

Fassen wir die gefundenen Tatsachen zusammen!

1. Mit zunehmender Höhe dreht der Wind viel häufiger nach rechts als nach links.

2. Diese Drehung ist am stärksten in den untersten Schichten und nimmt nach oben rasch ab, im allgemeinen Durchschnitt von 22° in den untersten 1000 m, auf kaum 4° in den folgenden 1000 m.

3. Diese Drehung ist viel stärker über SO- und S-Winden als über NW-Winden.

4. Die Drehung ist in der kälteren Jahreszeit mehr als doppelt so groß wie in der wärmeren.

5. Der Unterschied der Jahreszeiten ist gering bei südöstlichen Winden, dagegen groß bei Winden von der Westseite des Horizonts; dementsprechend ist Satz 3 viel ausgeprägter in der wärmeren als in der kälteren Jahreszeit.

6. Verglichen mit der Druckverteilung im Meeresspiegel weicht die Luftbewegung in 2 km Höhe wahrscheinlich bei Südostwinden um 5 bis 10° nach der Seite des höheren, bei Nordwestwinden um eine ähnliche Größe nach der Seite des niedrigeren Drucks von der Isobare ab.

Die Sätze 1 und 2 sind nur aus dem Einflusse der Reibung an der Erdoberfläche zu erklären; bei den unter 3, 4 und 5 genannten Tatsachen wirken Änderung des Gradienten mit der Höhe, vertikaler Luftaustausch und vorwaltender Sinn der Beschleunigung in derselben Richtung zusammen, so daß ihre Trennung vorläufig nicht möglich ist. Nur Tatsache 6 dürfte als Beweis für die Änderung des Gradienten mit der Höhe gelten können.

Da die Änderung der Windrichtung mit der Höhe in der untersten Luftschicht, wie wir gesehen haben, am stärksten ist, so wäre deren eingehendere Untersuchung gerade in dieser Schicht von besonderem Interesse. Leider sind aber, da der Drache gerade sie in der Regel schnell durcheilt und der gefährlichen Nähe des Erdbodens wegen durcheilen muß, die Angaben aus diesen geringen Höhen unsicherer als diejenigen aus etwa 1000 m, wo er sich gewöhnlich länger aufhält. Wir begnügen uns deshalb vorläufig damit, das gewonnene Bild dadurch zu ergänzen, daß wir nur für die Aufstiege mit stärkerer Drehung auch die Richtung in 500 m Höhe betrachten.

Im obigen entstammen die Angaben für die Durchschnittshöhe 600 m, wie schon genugsam betont ist, aus ganz anderen Aufstiegen, als diejenigen für 1000 m

und 2200 m. Um auch für diese höheren Aufstiege den Verlauf der Winddrehung in den unteren Schichten näher zu beleuchten, sind von 206 Aufstiegen unter ihnen, bei denen die Luftströmung am obersten Punkt um mehr als 2 Strich (45°) von dem Wind am Erdboden abwich, deren Richtungen in 500 m und in der größten Höhe verglichen worden; weitere 19 Aufstiege, in denen dieses der Fall war, mußten hierbei aus verschiedenen Gründen ausgeschlossen werden. In 200 von den 206 Fällen lag die Richtung am obersten Punkt rechts von jener des Windes am Erdboden, und zwar betrug:

die ganze Drehung bis zur größten Höhe	die Drehung bis 500 m: 0°	22½°	45°	67½°	90°	Summe
45°	15	69	25	5	0	114 mal
67½°	5	23	18	9	2	57 «
90°	0	3	11	6	1	21 «
112½°	1	1	4	1	0	7 «
135°	0	0	0	1	0	1 «
Summe	21	96	58	22	3	200 mal.

In 6 Fällen lag die oberste Richtung links von der am Erdboden, und zwar setzte in 3 Fällen die Linksdrehung schon unten ein, so daß sie bis 500 m 2 Strich, darüber bis zum obersten Punkt weitere 2 Strich betrug; in 2 Fällen begann die Drehung erst oberhalb 500 m und betrug dann 4 oder 6 Strich bis zum obersten Punkt; in 1 Fall drehte der Wind bis 500 m 2 Strich nach rechts, darauf bis oben 6 Strich nach links. Bei der Seltenheit der Linksdrehungen wollen wir diese 6 Fälle einzeln aufführen:

Datum	Windrichtung:					
26. 5. 1903	Boden	NO	500 m	NNO	1390 m	N
25. 5. 1905	«	WSW	«	SW	1310 «	SSW
7. 6. «	«	NO	«	NNO	2290 «	N
30. 9. «	«	W	«	WNW	2650 «	SW
30. 12. «	«	NNO	«	NNO	3180 «	NW
28. 2. 1906	«	NNW	«	NNW	2770 «	WNW.

In 35 von den 206 Fällen lag also die ganze Drehung von mindestens 4 Strich in den untersten 500 m und wurde darüber hinaus keine Drehung mehr gefunden; in 13 Fällen drehte oberhalb 500 m der Wind zurück; in 15 Fällen begann er und in 143 Fällen setzte er eine schon begonnene Rechtsdrehung oberhalb 500 m Höhe fort, darunter je einmal um 8 und um 10 Strich (90° und 112½°).

Da sich die SO- und die NW-Winde so verschieden verhalten, so wollen wir dieselbe Zusammenstellung auch für diese beiden Windgruppen einzeln durchführen:

Drehung bis zur größten Höhe:	Wind OSO bis SSW. Drehung bis 500 m: 0°	22½°	45°	67½°	90°	Summe	Wind N bis W. Drehung bis 500 m: 0	22½°	45°	67½°	90°	Summe
45°	5	22	10	4	0	41	3	13	6	0	0	22
67½°	3	10	6	7	1	27	1	5	5	1	0	12
90°	0	1	7	6	1	15	0	0	1	0	0	1
112½°	0	1	3	1	0	5	0	0	0	0	0	0
135°	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Summe	8	34	26	19	2	89	4	18	12	1	0	35[1]

Der mittlere Betrag der Drehung ist natürlich bei diesen 206 Fällen größer als im Mittel aller 635 hohen Aufstiege überhaupt. Er stellt sich, wie folgt:

	bis 500 m	bis etwa 2200 m
ohne Rücksicht auf Richtung	32°	57°
bei südöstlichen Winden	38	64°
bei nordwestlichen Winden	27°	46°.

In allen drei Zeilen ist die Drehung bis 500 m Höhe erheblich größer als die weitere in den folgenden etwa 1½ km. Man sieht also wiederum, wie sehr das ganze Phänomen sich überwiegend in der untersten Luftschicht abspielt.

[1] Außerdem 2 mal Rückdrehung, s. oben!

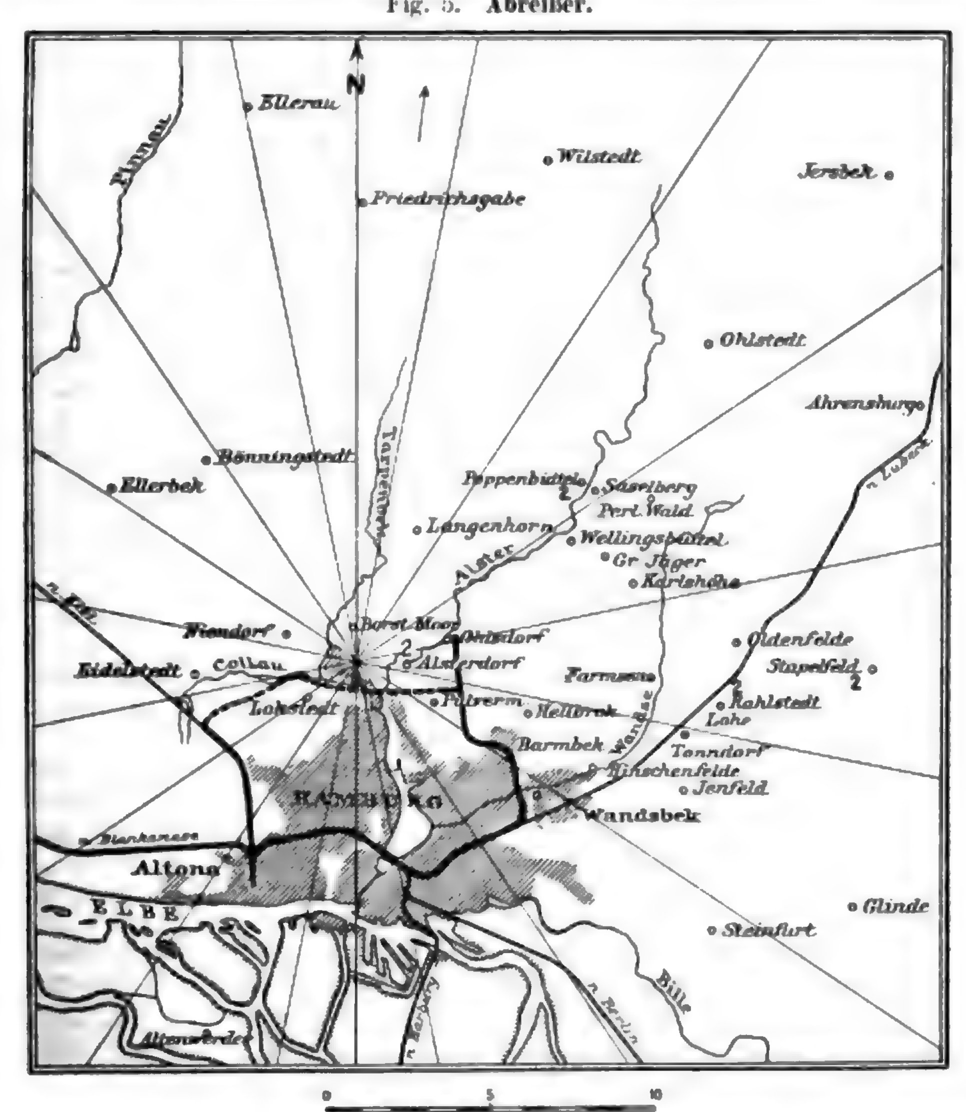
Als interessante Fälle entgegengesetzter starker Änderung der Windrichtung mit der Höhe in verschiedenen Schichten sind folgende zu nennen:

1903.	11. Dez.	unten SSO,	500 m SW,	1000—2420 m SSW
1904.	28. Jan.	« SSO,	800 « W,	1500—2410 « SW
«	28. März	« O,	1000—1500 m SO,	2000—2480 « OSO
1905.	2. März	« NNO,	1500 m O,	3030 m NNO
«	5. April (p. m.)	« WNW,	1000—1500 m NNW,	2000—3560 m WNW
«	30. Sept.	« W,	200—1000 « WNW,	2500—2650 « SW
1906.	20. Jan.	« WNW,	1000 m NNW,	2520 m WNW
«	12. Febr.	« S,	500 « WSW,	1000—1960 m SW
«	28. Febr.	« NNW,	2000 « W,	2770 m WNW.

Mit Ausnahme des letzten drehte sich der Wind in allen diesen Fällen mit zunehmender Höhe zuerst um 2 bis 10 Strich nach rechts, dann um 2 bis 6 Strich nach links. Nur im letzten Falle war die Drehung zuerst nach links, höher oben nach rechts.

Den Anstoß für die vorliegende Untersuchung bot die Gefahr für das Fortbestehen der Drachenstation in ihrer jetzigen Lage, die am Ende November des vorigen Jahres durch die Errichtung von Leitungen für hochgespannte

Fig. 5. **Abreißer.**



Wechselströme zwischen Ohlsdorf und Blankenese entstand. Da die Bedenken sich namentlich auf die Fälle des Abreißens und Fortschleifens des Drachendrahtes beim Wegfliegen von Drachengespannen bezogen, so erschien es vor allem wichtig, festzustellen, nach welchen Richtungen und auf welche Entfernungen

ein solches Wegfliegen in den $3^2/_3$ Jahren stattgefunden habe. Die Vorschläge für Beseitigung der damaligen Lähmung der Stationsarbeit mußten von dieser Erfahrungsgrundlage ausgehen. An die aus dieser Veranlassung entstandene Statistik der »Abreißer«, die wir nun mitteilen wollen, hat sich dann erst später die obige Statistik der Windrichtungen in den Drachenaufstiegen überhaupt angeschlossen.

Auf dem Kärtchen der Umgebungen Hamburgs (Fig. 5, S. 61) sind die Orte angegeben, wo im Laufe dieser Jahre der Instrumentdrache in den Fällen des Abreißens gelandet ist; an den Orten Poppenbüttel, Alsterdorf, Alt-Rahlstedt und Stapelfeld je zweimal, an den übrigen 36 je einmal. Die Entfernungen sind ziemlich bedeutende, die größte, die bei Jersbek bei Bargteheide, 23 km; Ellerau, Ahrensburg, Stapelfeld und Glinde liegen 16 bis 19 km von Groß-Borstel entfernt. Nach den 16 Sektoren der Windrose ordnen sich die Landungsorte in den 44 »Abreißern« und den 7 Blitzschlägen der Jahre 1903 bis 1906[1]) wie folgt:

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Abreißer	3	3	5	8	9	9	4	0	0	1	0	0	1	1	2	0
Blitzschläge	0	0	1	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Nebendrachen sind hierbei nicht mitgezählt; sie fliegen vergleichsweise häufig fort und für ihre Ablösung bei starkem Winde ist absichtlich Vorsorge getroffen; sie führen nur 60 m Zweigdraht mit sich und haben noch nie merklichen Schaden verursacht. Nebendrachen sind im Jahre 1905 in 55, 1906 in 28 und 1907 in 32 Aufstiegen abgerissen, nicht selten mehrere auf einem Aufstieg.

Nicht gezählt sind hierbei einige Fälle, in denen das abgerissene Gespann sich verankert hat und heruntergeholt werden konnte; dies geschah übrigens nie in größerer Entfernung als 10 km; Fälle wie der vom 26. Juli 1900, wo ein Drachengespann durch wiederholtes Sichverankern, Steigen und Wiederlosreißen von Berlin 130 km weit bis nach der Lausitz flog, sind bei uns glücklicherweise nicht vorgekommen. Wenn Verankern stattfand, so geschah es meist in wenigen Kilometern Abstand von der Station, worauf mit Pferd und Wagen eine Handwinde an den Ort gebracht und der Draht durch regelrechtes Aufwickeln geborgen wurde, vorausgesetzt, daß der Ort der Verankerung früh genug gefunden wurde, ehe die Drachen niedergefallen oder wieder abgerissen waren. Lag aber der Draht auf dem Boden, so war es selten möglich, erhebliche Stücke von ihm in brauchbarem Zustand zu retten, bevor Unberufene darüber gekommen waren.

In den Jahren 1903 bis 1906 ist in einem Falle der weggeflogene Instrumentendrache nicht wiedergefunden worden; die Richtung war nach Norden. Im Jahre 1907 ist leider ein zweiter solcher Fall vorgekommen, Richtung nach Ostnordost.

Das Kärtchen der Landungsorte kann bei der hoffentlich nicht zu fernen Gründung weiterer Drachenstationen in Norddeutschland beachtenswerte Anhaltspunkte geben. Wenn auch Fälle von außergewöhnlichen Richtungen und Entfernungen nicht ausgeschlossen sind, so kann man doch nach unserer mehr als vierjährigen Erfahrung sagen, daß das gefährliche Segment, in welchem man Kollisionen des hinter abgerissenen Drachengespannen nachschleppenden Drahtes mit elektrischen Leitungen, mit Fuhrwerken usw. fürchten muß, auf der Ostseite der Station liegen, von den Richtungen NNW und SSO eingeschlossen sein und bis etwa 20 km von der Station reichen wird. Bei der Wahl der Stationslage wird man das zu berücksichtigen haben.

Mit der Höhe der Aufstiege steigen, wie leicht zu begreifen, die Gefahren beträchtlich. Lassen wir das Jahr 1903 fort, in welchem noch keine hohen Aufstiege gemacht wurden und Unfälle wegen der geringeren Übung auch bei kleineren Aufstiegen häufig waren, so erhalten wir folgende Statistik:[2])

---

[1]) Im Jahre 1907 sind 8 Abreißer und 1 Blitzschlag vorgekommen.

[2]) Die zunehmende Höhe der Aufstiege, trotz der (in den Jahresberichten erwähnten) Einschränkungen, zeigt sich in folgenden Ziffern über die Anzahl der Aufstiege:

	1903 (9 Mon.)	1904	1905	1906 (11 Mon.)
unter 2000 m	137	170	105	80
über 3000 m	0	16	46	50.

Höhe in m:	unter 1000 m	1000—2000	2000—3000	3000—4000	4000—5000	5000—6000
Zahl der Aufstiege:	135	220	216	92	18	2
Davon Abreißer:	4 (3%)	11 (5%)	11 (5%)	8 (8%)	2 (10%)	
Davon Blitzschläge:	0	2 (1%)	4 (2%)	0		

Die Zunahme der Abreißer mit der Höhe würde noch größer sein, wenn man sich nicht aus Vorsicht bei gefährlich werdenden Zügen oder böigen Winden mit geringeren Höhen begnügt hätte.

Fesselballonaufstiege für meteorologische Höhenforschung an Bord S. M. S. „Planet“.

Von Oberleutnant z. S. Schlenzka.

Wenn man auch auf beweglichen Stationen bei der Vornahme von Drachenaufstiegen nicht in dem Maße von der Stärke des jeweiligen Windes abhängig ist wie auf den Landstationen, da man durch die Fahrt des Schiffes ja in der Lage ist, die Windgeschwindigkeit wenigstens um einen gewissen Betrag zu vergrößern, so sieht man sich trotzdem auch hier häufig zur Untätigkeit verdammt, wenn man vorwiegend in Gebieten schwächerer Winde und gänzlicher Windstillen zu arbeiten hat, wie das bei der Lösung der S. M. S. »Planet« erteilten Aufgaben nicht selten der Fall ist.

Nach der Beendigung der Ausreise des Schiffes und nach dem im Dezember 1906 erfolgten Besatzungswechsel in Matupi (Neu-Pommern) hatte das Kommando den Auftrag erhalten, auf einer etwa dreimonatigen Reise nach Hongkong und zurück ins Schutzgebiet neben ozeanographischen Arbeiten auch Drachen- und Pilotballonaufstiege zur Erforschung der höheren Luftschichten vorzunehmen. Auch nach der Rückkehr in das Vermessungsgebiet sollten, wenn irgend möglich, Beiträge zu den »internationalen Tagen« geliefert werden. Das Ergebnis der Reise sind 10 Drachenaufstiege von 600 bis 3000 m Höhe und 7 Pilotballonaufstiege, deren Verfolgung mit dem an Bord befindlichen de Quervainschen Theodoliten durchschnittlich bis zu 20 Minuten gelang. Schon auf der Fahrt hatte man der häufig herrschenden flauen Winde oder völligen Windstillen wegen oft von Drachenaufstiegen absehen müssen und gewöhnlich war gerade an den internationalen Tagen, zu denen Beiträge geliefert werden sollten, nichts anzufangen. So war dies z. B. am 11. und 12. April 1907, als das Schiff in Yap zur Kohlenergänzung lag, der Fall. Es herrschte so völlige Windstille bis in die obersten Luftschichten hinauf, daß ein hochgelassener Pilotballon fast kerzengerade aufstieg und senkrecht über dem Schiff in etwa 5000 m Höhe zum Platzen kam.

Da es interessant erschien, gerade unter den obwaltenden Verhältnissen eine Aufzeichnung über die vertikale Temperatur und Feuchtigkeitsverteilung zu erlangen, so wurde der Versuch gemacht, den Meteorographen mittels Fesselballon hochzugeben.

Dieser Versuch wurde mit Ballons von 1.5 m Durchmesser und mit 0.4 mm starkem Klaviersaitendraht ausgeführt. Zwei solche Ballons, von denen jeder einen Auftrieb von 2 bis 2.5 kg hat, wurden, wie aus Fig. 1, S. 64, hervorgeht, mit den Ballonschnüren aneinandergekuppelt und zwischen dem Knotenpunkt der Verbindungsleinen und dem Ende des Drahtes ein Meteorograph, System Bosch, so eingebunden, daß die Federn aufliegend schreiben konnten. Der 0.4 mm-Draht wurde auf der Originalrolle, auf der er zu 3000 m Länge geliefert wird, belassen und diese Rolle auf eine in einem Holzkasten liegende Welle aufgekeilt. Nachdem die Ballons vorsichtig hochgelassen, wurde mit dem Auslassen des Drahtes begonnen und die Auslaßgeschwindigkeit durch Bremsen der Rolle mittels eines Holzklobens reguliert. Bei der völligen Windstille blieben die Ballons fast genau über dem Schiff, so daß der Draht senkrecht hochführte

Digitized by Google

und von der ausgegebenen Drahtlänge, etwa 1600 m, durch Durchhängen des Drahtes nichts verloren ging. Die so erreichte Höhe betrug, wie denn auch die Aufzeichnung ergibt, etwa 1600 m. Das Einholen machte keine besondere Schwierigkeit, da ja kein großer Zug auf dem Draht stand und man sich bei dem Einwinden Zeit lassen konnte. Die Ballons hatten durch Schlagen gegeneinander etwas an Auftrieb eingebüßt, aber nicht wesentlich.

Ein zweiter Versuch dieser Art wurde am 2. Mai (internationaler Tag) gelegentlich des Aufenthaltes auf den Hermit-Inseln vorgenommen. Es kamen diesmal drei 1.5 m-Ballons zur Anwendung, die in gleicher Weise wie bei dem ersten Mal miteinander verkuppelt wurden, nur wurde diesmal die Länge der Ballonschnüre verschieden bemessen, um, wenn möglich, ein Schlagen der Ballons gegeneinander zu verhindern. Während des Hochgebens des Gespanns herrschte annähernd Windstille; nachdem aber ungefähr 1500 m Draht ausgelassen waren, setzte eine Bö von Stärke 3 ein, die die Ballons niederdrückte und ein sofortiges Einholen erforderlich machte. Diesmal, wo es auf ein beschleunigtes Einhieven ankam — die Ballons arbeiteten bei dem Winde stark hin und her und verloren dadurch sichtlich an Auftrieb —, zeigte sich die Handwinde als unzureichend. Nur mit Mühe gelang es unter Einholen der letzten 500 m mit der Hand, die Ballons eben vor dem Inswasserfallen des Instrumentes zu bergen. Die erreichte Höhe betrug 1350 m, die Aufzeichnungen waren aber durch das starke Arbeiten der Ballons und das dadurch verursachte Schütteln des Instrumentes leider unbrauchbar.

Fig. 1.

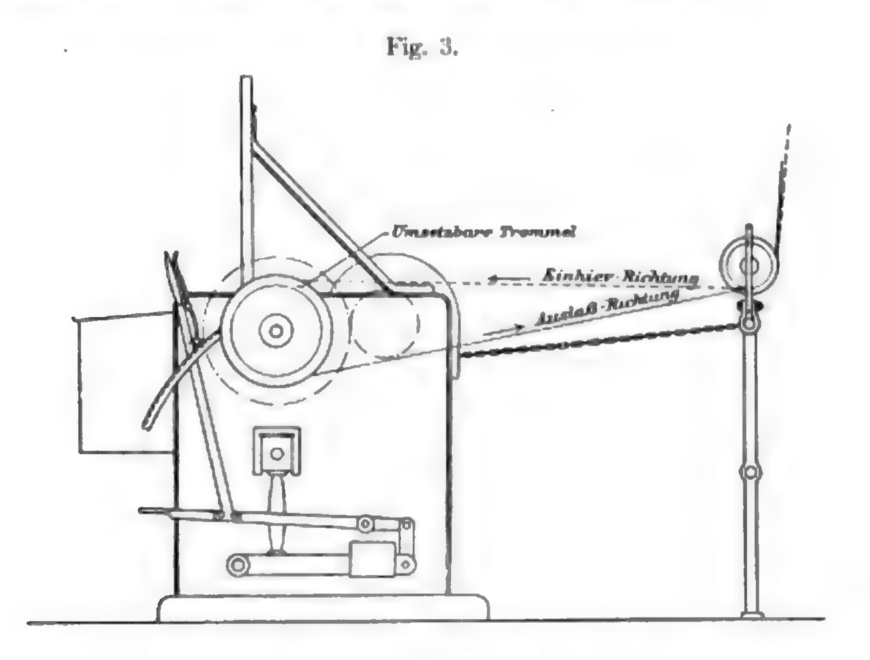
Fig. 2.

Dieser zweite so mißlungene Aufstieg führte zu Verbesserungen, wie sie bei dem nächsten Aufstieg Verwendung fanden und im folgenden beschrieben werden sollen. Zunächst mußte dem Schlagen der Ballons und dem dadurch verursachten Verlust an Auftrieb vorgebeugt werden; dagegen mußte am sichersten eine starre oder wenigstens annähernd starre Verbindung der Ballons helfen. Dabei mußte jedoch auf möglichst leichte Konstruktion geachtet werden. Es wurden darum 1.70 m lange Leisten aus schwedischem Fichtenholz, wie sie in den Drachen Modell D. S. zur Verwendung kommen, der Länge nach durchgeschnitten und so aneinander gelascht, daß die einzelnen Stäbe eine Länge von 3 m bekamen. Vier solcher 3 m langen Leisten wurden zwischen zwei Ballons an den korrespondierenden starken Gummiösen, an denen sonst die Ballonschnüre befestigt werden, gebunden, so daß die beiden Ballons, wie aus der nebenstehenden schematischen Zeichnung Fig. 2 ersichtlich, etwa mit 1.5 m Abstand übereinander zu stehen kamen. Um dem ganzen Gestell noch mehr Festigkeit zu geben, wurden zwei gleichartige Leisten zwischen den Ballons diagonal zwischen die Längsstäbe gelascht und in dem Kreuzungspunkt zusammengeschnürt. Die einander zugekehrten Ballontüllen wurden durch Schnur mit dem Kreuzungs-

punkt verbunden. Um eine Verletzung der Ballonhüllen durch die Leistenenden zu verhindern, wurden die Enden mit Wattepauschen umwickelt. An die oberen vier Spitzen der Längsstreben wurden 5 m lange Schnüre befestigt, die in der Mitte und an den unteren Enden noch einmal beigebunden und dann 1.5 m unter dem unteren Ballon zusammengeknotet wurden. Das ganze Verbindungsgestell mit den Schnüren wog 800 g.

In zweiter Linie mußte ein gleichmäßigeres Auslassen und sicheres Einhieven des Drahtes gewährleistet werden, und dies wurde durch Verwendung der an Bord befindlichen Drachenwinde erreicht. Auf das über die Seitenwände der Drachenwinde hinausragende Ende der durch ein Zahnrad mit dem Elektromotor in Verbindung stehenden Welle, das für den Notfall zum Aufsetzen einer Handkurbel dient, wurde die Drahtrolle aufgesetzt und durch eine Mutter festgehalten. Durch Umdrehen der Drahtrolle konnte der nur einen Weg laufende Motor sowohl zum Auslassen als auch zum Einhieven des Drahtes benutzt werden. Zum besseren Freilaufen des Drahtes von der Winde und gleichzeitig zur besseren Kontrolle des zu- oder abnehmenden Zuges wurde der Draht noch über eine etwa 2 m entfernte Leitrolle geführt (siehe Fig. 3).

Fig. 3.



Zur Beteiligung an der internationalen Juliwoche 1907 waren vom Kommando der 23., 24. und 25. Juli für meteorologische Arbeiten vorgesehen. Das Schiff befand sich an der SW-Küste von Neu-Hannover. Am 23. und 24. gelangen drei Drachenaufstiege von 2000 bis 3000 m Höhe. Am 25. morgens herrschte jedoch völlige Windstille; auch noch um 10 Uhr, wo sonst der SO-Monsun schon mit Stärke 3 zu wehen pflegt. Es wurden deshalb die Vorbereitungen zu einem dritten Versuch mit Fesselballons getroffen. Zwei 1.5 m-Ballons wurden auf dem Achterdeck gefüllt und in das oben beschriebene Gestell eingebunden, der Bosch-Apparat zwischen die unten zusammengeführten Ballonschnüre und das Ende des Drahtes gekuppelt und dann zunächst bei gestopptem Schiff um 10^h 40^{min} mit dem Aufstieg begonnen. Mit Hilfe des Elektromotors war es möglich, die Auslaßgeschwindigkeit genau dem Zug entsprechend zu regulieren; sie betrug durchschnittlich 2 m pro Sekunde! Die Ballons standen während des ganzen Aufstiegs absolut ruhig im Gegensatz zu den beiden ersten Versuchen, wo sie bei der losen Verbindung fortwährend pendelten. Der Apparat hing infolgedessen fast unbeweglich und lieferte vorzügliche Aufzeichnungen. Nach ungefähr 20 Minuten bei einer ausgelassenen Drahtlänge von 1100 m fingen die Ballons wohl mit infolge des leichten Stampfens des Schiffes an zu pumpen. Der Draht kam hin und wieder lose, der Zug hatte gänzlich aufgehört, woraus hervorging, daß die

Ballons schwammen und ihre höchste Höhe erreicht hatten. Es wurde darum mit dem Einholen begonnen. Unterdessen war in der untersten Luftschicht bis zu 600 m Höhe der Luftzug etwas stärker geworden, die Fahrt des Schiffes mußte auf 3.5 Sm erhöht werden. Während in 1000 m Höhe Ostwind und wenig darunter Wind OzS festgestellt worden war, hatten die Ballons in der untersten Schicht beim Einholen reinen SO, und zwar erfolgte der Übergang von OzS zu SO in etwa 600 m Höhe plötzlich. Während das Schiff anfangs Kurs W gesteuert hatte, mußte es nun auf NW drehen, um die Ballons über dem Schiff zu halten. Um 11^h 33^{min} erfolgte die Landung. Die Ballons hatten nicht im mindesten an Auftrieb verloren, die Aufzeichnungen des Meteorographen waren vorzüglich. Wenn auch der beschriebene Versuch keine sehr große Sicherheit gewährleistete, weil man mehr oder weniger von dem verhältnismäßig schwachen, eigentlich nicht für solche Zwecke vorgesehenen Ballonmaterial abhängig war, so gab er hier an Bord doch wenigstens die Möglichkeit, auch an windstillen Tagen interessante Aufzeichnungen über die vertikale Temperatur und Feuchtigkeitsverteilung zu erhalten.

Wesentlich größere Sicherheit würde natürlich durch Verwendung vielleicht nur eines, aber größeren und stärkeren Ballons erreicht werden. Der von Felten & Guilleaume gelieferte 0.4 mm-Draht entspricht den Anforderungen vollkommen und würde nach hier an Bord vorgenommenen Belastungsproben selbst einen Zug von 20 kg ertragen. Solche an Bord vorgenommenen Fesselballonaufstiege haben denen auf festen Stationen gegenüber den Vorteil, daß man, wie oben erwähnt, durch Kurs und Fahrt des Schiffes die Richtung und Geschwindigkeit jeder kleinsten Luftbewegung mit recht guter Genauigkeit festzustellen in der Lage ist.

Über die Änderungen der meteorologischen Elemente zu Hamburg unter dem Einfluß des Mondes.

Von Professor Dr. J. Schneider in Darmstadt.

Die im XXX. Jahrgang der Veröffentlichungen »Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte« mitgeteilte Untersuchung über den Einfluß des Mondes auf die Windkomponenten zu Hamburg hat zu dem Ergebnis geführt, daß eine merkliche tägliche Änderung der Geschwindigkeitskomponenten des Windes nicht vorhanden ist, daß dagegen monatliche Variationen bei ihnen deutlich erkennbar werden.

Um nun festzustellen, ob und in welchem Grade auch in anderen Fällen solche monatlichen Änderungen auftreten können, sind sämtliche meteorologischen Elemente von Hamburg einer diesbezüglichen Prüfung unterzogen worden. Auf die Untersuchung ihrer etwaigen täglichen Veränderlichkeit wurde dabei von vornherein verzichtet. Es kamen darum alle Größen in Betracht, für die mindestens eine Tagesbeobachtung vorlag. Dies sind der Luftdruck, die Lufttemperatur sowie ihr tägliches Minimum und Maximum, die absolute und relative Feuchtigkeit, die Stärke und Richtung des Windes, die Bewölkung und die tägliche Niederschlagsmenge. Unter Benutzung der beobachteten Windrichtungen wurde hierbei noch die Zerlegung der Windstärken in ihre Komponenten vorgenommen. Dies geschah, um entscheiden zu können, ob auch die nach der zwölfteiligen Beaufortskala geschätzten Windbeobachtungen zur Feststellung einer monatlichen Änderung des Windes benutzbar wären. Die diesbezüglichen Resultate sind in später folgenden Tabellen in den mit W und S überschriebenen Rubriken der West- und Südwindkomponenten untergebracht.

Im Anschluß an die oben erwähnte Abhandlung sind auch bei dieser Untersuchung die Beobachtungsergebnisse für die Winterhalbjahre 1887—1896 zugrunde gelegt worden. Das notwendige Material ist den entsprechenden Jahrgängen des »Deutschen Meteorologischen Jahrbuches für Hamburg« entnommen. Lagen für eine Größe drei tägliche Beobachtungen vor, so wurden die Mittelwerte für die einzelnen Beobachtungstermine zu einem Gesamtmittel vereinigt. Bei allen in den folgenden Tabellen angeführten Endwerten ist eine Dezimale mehr angegeben als die ursprünglichen Beobachtungen aufzuweisen hatten; nur die Bewölkungszahlen sind zur Erzielung größerer Gleichförmigkeit noch um eine zweite Dezimalstelle erweitert.

Die Elimination des Sonneneinflusses durch Hinzufügung geeigneter Korrekturwerte wurde ihrer Umständlichkeit wegen unterlassen. Um aber doch ein annähernd richtiges Urteil darüber zu gewinnen, wie weit die ermittelten Periodizitäten durch die Mitwirkung der Sonne veranlaßt sein könnten, sind die Mittelwerte der untersuchten meteorologischen Elemente auch für die einzelnen Monate des Winterhalbjahres festgestellt und in der Tabelle 1 vorausgeschickt worden.

Tabelle 1. **Mittelwerte der meteorologischen Elemente für die Monate des Winterhalbjahres.**

	Zahl der Beobachtungstage	Luftdruck mm	Lufttemperatur °C. Tagesmittel	Min.	Max.	Absolute Feuchtigkeit mm	Relative Feuchtigkeit %	Stärke des Windes 0—12	Größe der Komponenten des Windes von W	S	Bewölkung 0—10	Täglicher Niederschlag mm
Oktober	310	756.10	8.96	6.57	11.44	7.36	84.9	2.79	0.85	0.87	7.36	2.62
November	300	759.38	4.03	2.04	6.12	5.57	88.1	2.51	0.16	0.71	7.48	1.43
Dezember	310	758.81	0.73	—0.92	2.52	4.51	90.5	2.60	0.51	0.83	7.93	1.50
Januar	310	759.59	—1.16	—3.18	0.75	4.03	90.9	2.65	0.82	0.45	7.46	1.53
Februar	283	760.46	0.05	—2.20	2.11	4.14	86.8	2.81	0.58	0.05	6.84	1.56
März	310	755.76	3.37	0.39	5.83	4.83	81.3	2.84	0.86	0.08	6.88	1.68

Diese Tabelle ist vorbildlich für die später mitgeteilten. Sie enthält zunächst die für jeden einzelnen Monat in Betracht kommenden Zahlen der Beobachtungstage und damit auch für die einfach bestimmten Größen die Anzahl der Beobachtungen, aus denen das Mittel hergeleitet werden konnte. Bei den Elementen, die durch täglich dreimal vorgenommene Ablesungen festgestellt sind, ist die Zahl der Werte für die Mittelbildung selbstverständlich auch das Dreifache der Zahl der Beobachtungstage. Der Luftdruck, die absolute Feuchtigkeit und der tägliche Niederschlag wurden in Millimetern gemessen, die vorkommenden Temperaturen in Celsiusgraden, die relative Feuchtigkeit in Prozenten der Sättigungsmenge für die jeweilig herrschende Temperatur. Die Windstärke und damit auch die Größe ihrer Komponenten sind nach Einheiten der zwölfteiligen Beaufortskala, die Bewölkung in Zehnteln des sichtbaren Himmelsgewölbes angegeben. Zur Bezugnahme auf die Tabelle 1 wird sich weiter unten noch Gelegenheit bieten.

Die hier vorgenommene Untersuchung des Mondeinflusses erstreckte sich nicht nur auf die beiden früher beobachteten Mondumläufe, den anomalistischen und tropischen, sondern der Vollständigkeit halber auch noch auf den synodischen. Die Punkte für die Erdnähe des Mondes, seine eine Äquator- bzw. seine Neumondstellung gelten uns als Anfangsörter der drei periodisch durchlaufenen Bahnen. Diese wurden in sechs, zehn und acht Teile zerlegt gedacht und letztere durch Nummern sowie durch kleine bzw. große Buchstaben des lateinischen Alphabetes unterschieden. Nachdem für die einzelnen Abteilungen der Mondumläufe Grenzen festgesetzt worden waren, durch die eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Beobachtungen auf die verschiedenen Bahnabschnitte herbeigeführt werden sollte, wurde unter Zuhilfenahme des »Berliner Astronomischen Jahrbuches« die für jede Mondstellung gültige mittlere Bahnvariable berechnet und der Tabelle 2 einverleibt.

Tabelle 2. **Angaben für die Mondstellungen in den einzelnen Monaten.**

Anomalistischer Monat		Tropischer Monat		Synodischer Monat		
Mond-stellung	Scheinbare Größe d. Mondhalbmessers	Mond-stellung	Deklinationswinkel d. Mondmittelpunktes	Mond-stellung	Östl. Stundenwinkel d. Mondmittelpunktes	Mondphasen
Perigäum		a	+ 10° 15′			
1	16′ 19″	b	+ 21 33	A	24h 1min	Neumond
2	15 24	c	+ 26 26	B	3 2	
3	14 49	d	+ 18 43	C	6 0	Erstes Viertel
Apogäum		e	+ 4 51	D	8 59	
4	14 52	f	— 10 19	E	12 1	Vollmond
5	15 33	g	— 21 22	F	15 1	
6	16 23	h	— 26 30	G	18 1	Letztes Viertel
Perigäum		i	— 18 23	H	21 0	
		k	— 4 57			

Statt der verschiedenen Entfernungen, die der Mond im Verlauf eines anomalistischen Monats der Erde gegenüber zeigt, sind in vorstehender Tabelle die entsprechenden scheinbaren Größen des Mondhalbmessers mitgeteilt. Für den tropischen Monat wurden die Stellungen nördlich vom Äquator durch positive und die südlichen demgemäß durch negative Deklinationswinkel gekennzeichnet. Die Angaben für den synodischen Monat sagen an, um wieviel Stunden und Minuten der Mondmittelpunkt für die bezeichnete Stellung im Durchschnitt später durch den Meridian geht als der Sonnenmittelpunkt.

An der Hand des »Astronomischen Jahrbuches« sind dann weiter die einzelnen Beobachtungen der meteorologischen Elemente den verschiedenen Abteilungen der Mondumläufe eingefügt worden, und nach Bildung ihrer Mittelwerte wurden diese in den drei folgenden Tabellen untergebracht.

Tabelle 3. **Mittelwerte der meteorologischen Elemente für den anomalistischen Umlauf des Mondes.**

Mond-stellung	Zahl der Beobachtungstage	Luftdruck mm	Lufttemperatur °C. Tagesmittel	Min.	Max.	Absol. Feuchtigkeit mm	Relat. Feuchtigkeit %	Stärke des Windes 0—12	Größe der Komponenten des Windes von W	S	Bewölkung 0—10	Tägl. Niederschlag mm
1	311	757.60	2.74	0.54	4.94	5.14	87.5	2.70	0.56	0.46	7.38	1.86
2	367	759.16	2.57	0.35	4.69	4.98	86.2	2.59	0.62	0.38	7.29	1.61
3	219	759.33	1.67	—0.31	3.81	4.68	85.9	2.58	0.30	0.38	7.14	1.45
4	280	758.51	2.58	0.16	4.45	5.09	87.1	2.67	0.65	0.62	7.05	1.40
5	375	757.88	3.03	0.75	5.05	5.29	88.5	2.73	0.70	0.60	7.38	1.93
6	271	757.39	2.97	0.85	5.23	5.17	87.4	2.82	0.69	0.60	7.55	1.86
Gesamtmittel		758.33	2.59	0.39	4.70	5.06	87.1	2.68	0.59	0.51	7.30	1.69

Tabelle 4. **Mittelwerte der meteorologischen Elemente für den tropischen Umlauf des Mondes.**

Mond-stellung	Zahl der Beobachtungstage	Luftdruck mm	Lufttemperatur °C. Tagesmittel	Min.	Max.	Absol. Feuchtigkeit mm	Relat. Feuchtigkeit %	Stärke des Windes 0—12	Größe der Komponenten des Windes von W	S	Bewölkung 0—10	Tägl. Niederschlag mm
a	201	756.96	2.69	0.39	4.76	5.05	87.1	2.91	0.80	0.52	7.57	2.02
b	196	756.73	2.62	0.70	4.68	5.12	87.9	2.83	0.89	0.58	7.79	1.94
c	146	757.37	2.60	0.49	4.90	5.07	87.2	2.45	0.37	0.59	7.42	2.12
d	210	758.73	2.16	—0.03	3.90	5.02	87.6	2.73	0.56	0.44	7.43	1.44
e	200	759.07	2.30	0.09	4.53	4.99	86.5	2.49	0.35	0.43	6.78	1.65
f	180	759.50	2.52	0.08	4.62	4.98	87.0	2.59	0.72	0.32	6.80	1.24
g	167	760.46	2.88	0.46	5.01	5.01	86.0	2.74	0.36	0.45	6.89	1.58
h	151	758.73	3.27	0.96	5.32	5.26	86.5	2.57	0.87	0.47	7.32	1.84
i	184	758.38	2.99	0.72	5.08	5.25	87.6	2.68	0.55	0.74	7.48	1.68
k	188	757.34	2.63	0.61	4.94	5.09	87.5	2.71	0.50	0.56	7.53	1.62
Gesamtmittel		758.33	2.67	0.45	4.77	5.08	87.1	2.67	0.60	0.51	7.30	1.71

Tabelle 5. **Mittelwerte der meteorologischen Elemente für den synodischen Umlauf des Mondes.**

Mondstellung	Zahl der Beobachtungstage	Luftdruck mm	Lufttemperatur ° C. Tagesmittel	Min.	Max.	Absol. Feuchtigkeit mm	Relat. Feuchtigkeit %	Stärke des Windes 0—12	Größe der Komponenten des Windes von W	S	Bewölkung 0—10	Tägl. Niederschlag mm
A	218	758.14	3.24	1.22	5.37	5.27	87.2	2.72	0.80	0.54	7.55	1.88
B	220	758.17	2.62	0.41	4.80	4.98	87.3	2.78	0.66	0.55	7.36	1.85
C	218	758.25	2.38	0.02	4.42	4.98	87.3	2.62	0.32	0.34	7.24	1.32
D	226	757.87	2.38	0.18	1.76	5.04	86.9	2.50	0.29	0.51	7.43	1.27
E	278	757.79	2.28	0.06	4.31	4.91	86.9	2.79	0.78	0.60	7.42	1.78
F	222	759.15	2.39	0.21	4.31	5.00	86.5	2.69	0.67	0.47	7.02	1.73
G	221	759.23	3.04	0.65	5.00	5.23	87.4	2.82	0.83	0.57	6.95	1.68
H	220	758.05	3.39	1.37	5.65	5.31	87.5	2.66	0.69	0.51	7.65	2.27
Gesamtmittel		758.33	2.72	0.50	4.83	5.09	87.1	2.70	0.63	0.51	7.33	1.72

Diese Tabellen sind interessant dadurch, daß sie eine ganze Reihe von deutlichen Periodizitäten aufzuweisen scheinen. Besser noch treten die letzteren in Tabelle 6 hervor.

Tabelle 6. **Abweichungen der meteorologischen Elemente von den Gesamtmitteln des anomalistischen, tropischen und synodischen Monats.**

Mondstellung	Luftdruck mm	Lufttemperatur ° C. Tagesmittel	Min.	Max.	Absol. Feuchtigkeit mm	Relat. Feuchtigkeit %	Stärke des Windes 0—12	Größe der Komponenten des Windes von W	S	Bewölkung 0—10	Tägl. Niederschlag mm
1	— 0.64	0.15	0.15	0.24	0.08	0.4	0.02	— 0.03	— 0.05	0.08	0.17
2	0.83	— 0.02	— 0.04	— 0.01	— 0.08	— 0.9	— 0.09	0.03	— 0.13	— 0.01	— 0.08
3	1.00	— 0.92	— 0.70	— 0.89	— 0.38	— 1.2	— 0.10	— 0.29	— 0.13	— 0.16	— 0.24
4	0.18	— 0.01	— 0.23	— 0.25	0.03	0.0	— 0.01	0.06	0.11	— 0.25	— 0.29
5	— 0.45	0.44	0.36	0.35	0.23	1.4	0.05	0.11	0.09	0.08	0.24
6	— 0.94	0.38	0.46	0.53	0.11	0.3	0.14	0.10	0.09	0.25	0.17
a	— 1.37	0.02	— 0.06	— 0.01	— 0.03	0.0	0.24	0.20	0.01	0.27	0.31
b	— 1.60	— 0.05	0.25	— 0.09	0.04	0.8	0.16	0.29	0.07	0.49	0.23
c	— 0.96	— 0.07	0.04	0.13	— 0.01	0.1	— 0.22	— 0.23	0.08	0.12	0.41
d	0.40	— 0.51	— 0.48	0.87	— 0.06	0.5	0.06	— 0.04	— 0.07	0.13	— 0.27
e	0.74	— 0.37	— 0.36	— 0.24	— 0.09	— 0.6	— 0.18	— 0.25	— 0.08	— 0.52	— 0.06
f	1.17	— 0.15	0.37	— 0.15	— 0.10	— 0.1	— 0.08	0.12	— 0.19	— 0.50	— 0.47
g	2.13	0.21	0.01	0.24	— 0.07	— 1.1	0.07	— 0.24	— 0.06	— 0.41	— 0.13
h	0.40	0.60	0.51	0.55	0.18	— 0.6	— 0.10	0.27	— 0.04	0.02	0.13
i	0.05	0.32	0.27	0.31	0.17	0.5	0.01	— 0.05	0.23	0.18	— 0.03
k	— 0.99	— 0.04	0.16	0.17	0.01	0.4	0.01	— 0.10	0.05	0.23	— 0.09
A	— 0.19	0.52	0.72	0.54	0.18	0.1	0.02	0.17	0.03	0.22	0.16
B	— 0.16	— 0.10	— 0.09	— 0.03	— 0.11	0.2	0.08	0.03	0.04	0.03	0.13
C	— 0.08	— 0.34	— 0.48	— 0.41	— 0.11	0.2	— 0.08	— 0.31	— 0.17	— 0.09	— 0.40
D	— 0.46	— 0.34	— 0.32	— 0.07	— 0.05	— 0.2	— 0.20	— 0.34	0.00	0.10	— 0.45
E	— 0.54	— 0.44	— 0.56	— 0.52	— 0.18	— 0.2	0.09	0.15	0.09	0.09	0.06
F	0.82	— 0.33	— 0.29	— 0.52	— 0.09	— 0.6	— 0.01	0.04	— 0.04	— 0.31	0.01
G	0.90	0.32	0.15	0.17	0.14	0.3	0.12	0.20	0.06	— 0.38	— 0.04
H	— 0.28	0.67	0.87	0.82	0.22	0.4	— 0.04	0.06	0.00	0.32	0.55

In dieser Tabelle finden wir für jeden der drei betrachteten Monate die Abweichungen eines meteorologischen Elements von seinem jeweiligen Gesamtmittelwert. Das unregelmäßigste Verhalten zeigen die anemometrischen Ergebnisse; sie stehen indessen trotzdem nicht mit den früher gefundenen Resultaten in Widerspruch. Die Südwindkomponente läßt sogar für den anomalistischen wie für den tropischen Mondumlauf deutliche periodische Änderungen erkennen, die denen entsprechen, welche aus genaueren Zahlen a. a. O. erhalten worden sind. Auch die Rubriken der übrigen meteorologischen Elemente zeugen von regelmäßigen monatlichen Variationen. Das wirkliche Vorhandensein derselben darf jedoch nicht so ohne weiteres als bewiesen angesehen werden, denn die auftretenden Regelmäßigkeiten können auch rein zufällige sein. Daß die Änderungen der meteorologischen Elemente untereinander ebenfalls in einem gewissen Zusammenhang stehen,

Digitized by Google

scheinen besonders die Angaben für den anomalistischen Monat darzutun. Nach ihnen entsprechen in den Winterhalbjahren hohen Barometerständen niedrige Temperaturen und diesen geringe Windstärken, schwache Bewölkungen und kleine Niederschläge.

Eine kritische Betrachtung der erlangten Resultate ist unerläßlich, wenn man die gewonnenen Ergebnisse auf ihren wahren Wert hin prüfen will. Die erste Bedingung, welche die ermittelten Zahlen, wenn sie auf Zuverlässigkeit Anspruch machen sollen, erfüllen müssen, ist die, daß sie die in ihrer Beobachtungsmethode begründete Fehlergrenze in merklicher Weise überschreiten. Man hat also berechtigtes Mißtrauen zu hegen gegenüber den periodischen Änderungen, die sich nicht oder nur wenig über den Genauigkeitsgrad der ursprünglichen Einzelbeobachtungen erheben. In unserem Falle würde dies die hygrometrischen, anemometrischen, Bewölkungs- und Niederschlagsangaben betreffen. Es wäre jedoch eine Verfehlung, wenn man auf Grund der vorliegenden Zahlen einen wahrnehmbaren Mondeinfluß auf die genannten meteorologischen Größen voreilig in Abrede stellen wollte. Immerhin dürfen hier für uns bei der Feststellung eines etwaigen Mondeinflusses zunächst nur noch die Luftdruck- und Temperaturschwankungen ernstlich in Betracht kommen. Aber selbst die letzteren können vor einer strengeren Kritik kaum als gesicherte Ergebnisse bestehen. Sie ermangeln nämlich der zweiten Erfordernis, die wir an die gefundenen Zahlen zu stellen haben und die darin besteht, daß die ermittelte Periode gegenüber der durch den Sonneneinfluß bedingten Schwankung an Größe nicht allzusehr zurücktritt. Daß dies aber gerade bei den Temperaturbeobachtungen im Vergleich zu den andern Größen in ganz besonders hohem Grade der Fall ist, beweisen die Tabellen 7 und 8.

Tabelle 7. **Absoluter Betrag der Maximaländerungen aller meteorologischen Elemente für die verschiedenen Zeitabschnitte.**

Zeitraum der Änderung	Luftdruck mm	Lufttemperatur °C. Tagesmittel	Min.	Max.	Absol. Feuchtigkeit mm	Relative Feuchtigkeit %	Stärke des Windes 0—12	Größe d. Komponenten des Windes von W	S	Bewölkung 0—10	Tägl. Niederschlag mm
Winterhalbjahr	4.70	10.12	9.75	10.69	3.33	9.6	0.33	0.70	0.82	1.09	1.19
Anomalist. Monat	1.94	1.36	1.16	1.42	0.61	2.6	0.24	0.40	0.24	0.50	0.53
Tropischer »	3.73	1.11	0.99	1.42	0.28	1.9	0.46	0.54	0.42	1.01	0.88
Synodischer »	1.44	1.11	1.43	1.34	0.40	1.0	0.32	0.54	0.26	0.70	1.00

Tabelle 8. **Änderungen der meteorologischen Elemente in den einzelnen Monaten, ausgedrückt in Prozenten ihrer durch den Sonneneinfluß im Laufe des Winterhalbjahres herbeigeführten Maximaländerung.**

Monat	Luftdruck	Lufttemperatur Tagesmittel	Min.	Max.	Absol. Feuchtigk.	Relative Feuchtigk.	Stärke d. Windes	Größe der Komponenten des Windes von W	S	Bewölkung	Tägl. Niederschlag	Mittel
Anomalistischer	41	13	12	13	18	27	73	57	29	46	45	34
Tropischer	79	11	10	13	8	20	139	77	51	93	74	52
Synodischer	31	11	15	13	12	10	97	77	32	64	84	41
Mittel	50	12	12	13	13	19	103	70	37	68	68	

In der Tabelle 7 sind die Veränderungen, welche die meteorologischen Elemente im Verlauf des Winterhalbjahres und während der einzelnen Mondumläufe erfahren, ihrem absoluten Betrage nach aufgezeichnet. Tabelle 8 dagegen gibt die monatlichen Änderungen der genannten Größen in Prozenten der durch die Sonne im Winterhalbjahre veranlaßten Schwankungen an. Nach obigem ist nun zu vermuten, daß bei denjenigen Elementen, welche neben einer starken Änderung unter dem Einflusse der Sonne eine nur schwache monatliche

Schwankung zeigen, letztere vielleicht nur durch unvollkommenen Ausgleich der ersteren zustande gekommen und daher nur scheinbar vorhanden ist. Außer bei den Temperaturen dürfte das auch noch bei den Feuchtigkeitsbestimmungen der Fall sein; ihre monatlichen Schwankungen sind also völlig unsicher. Bei dem Wind, der Bewölkung und dem Niederschlag bewegen sich dagegen die durch die Sonne und den Mond bewirkten Änderungen ungefähr in den gleichen Grenzen; bei ihnen ist demnach durch Benutzung einer genügend großen Anzahl von Beobachtungen für die Mittelbildung eine klare Scheidung des Sonnen- und Mondeinflusses zu erhoffen.

Mit Berücksichtigung der beiden erwähnten maßgebenden Gesichtspunkte stehen die Luftdruckbeobachtungen unter allen anderen am günstigsten da. Einerseits gehen ihre monatlichen Schwankungen weit über die eigene Fehlergrenze hinaus, anderseits bilden diese Änderungen einen ganz erheblichen Bruchteil der halbjährlichen Schwankung des Luftdruckes. Wenn auch die gefundenen barometrischen Variationen unter dem Miteinflusse der Sonne aufgetreten sind und durch Ausschluß des letzteren vielleicht noch Abänderungen zu erfahren haben in bezug auf ihre Größe und zeitliche Lage, so erscheinen sie doch groß und regelmäßig genug, daß ihr wirkliches Vorhandensein mit einiger Sicherheit behauptet werden kann. Es wären also für Hamburg in den Winterhalbjahren etwa folgende Regeln gültig:

1. Das Maximum des Barometerstandes wird erreicht
   a) vor dem Durchgang des Mondes durch die Erdferne,
   b) nach dem Übertritt des Mondes von der nördlichen auf die südliche Himmelshalbkugel,
   c) unmittelbar vor seinem Eintritt in das letzte Viertel.
2. Das Minimum des Luftdruckes tritt ein
   a) zur Zeit der Erdnähe des Mondes,
   b) nach dem Übergang des Mondes auf die nördliche Himmelshalbkugel,
   c) zur Zeit des Vollmondes.

Nach dem Grade der Änderungen, die der Luftdruck in den einzelnen Monaten erleidet, ist der tropische Mondumlauf einflußreicher als der anomalistische und dieser wiederum in seiner Wirkung etwas bedeutender als der synodische.

Bilden wir ohne Rücksicht auf die größere oder geringere Zuverlässigkeit der Einzelresultate nach Tabelle 8 das Mittel aus den Prozentziffern eines jeden Monats, so finden wir für den anomalistischen Monat 34, für den tropischen 52 und für den synodischen 41% im Durchschnitt. Auch hiernach scheint der tropische Umlauf des Mondes die beiden anderen zu überwiegen in bezug auf die Stärke seiner Beeinflussung der Gesamtheit aller meteorologischen Elemente, und zwar so, daß die Einwirkungen des Mondes auf die Atmosphäre über Hamburg während des tropischen, synodischen und anomalistischen Umlaufs sich etwa wie 5:4:3 verhalten. Hierbei ist indessen zu bedenken, daß die gleiche Anzahl von Beobachtungen für die drei betrachteten Mondumläufe in 10, 8 bzw. 6 Abteilungen untergebracht worden sind, daß also die Ungenauigkeiten der entsprechenden Resultate sehr wohl in demselben Verhältnis zueinander stehen können. Wir hätten dann in dem Vergleich der angegebenen mittleren Prozentzahlen nicht eine gegenseitige Abwägung der verschiedenen Mondwirkungen, sondern nur das Verhältnis der mittleren Fehler unserer Ergebnisse zu erblicken.

Doch wie dem auch sei, es möge uns genügen, erkannt zu haben, daß für Hamburg das unter dem Mondeinflusse veränderungsfähigste meteorologische Element wohl der Luftdruck ist und daß dessen Veränderlichkeit sich wahrscheinlich während des tropischen Mondumlaufes am deutlichsten zeigt.

Über die Methoden zur Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen auf Freiheit von oktantalen Störungen.

Von Dr. H. Meldau, Oberlehrer an der Seefahrtschule in Bremen.

In seiner Abhandlung »Über reine Quadrantaldeviation und ihre Kompensation, sowohl durch Kugeln, als auch durch kleine Kompasse« (Ann. d. Hydr. usw. 1907, S. 544) diskutiert Herr Dr. Maurer einige von mir in früheren Arbeiten [1]) erwähnte Verfahren zur Untersuchung der Nadelanordnung von Kompaßrosen. Herr Dr. Maurer kommt dabei zu dem Schluß, daß ich in meinem Bericht »Über das neue Modell des Fluidkompasses von Magnaghi« (Ann. d. Hydr. usw. 1906, S. 27) ein von Herrn Santi angewandtes Verfahren zu Unrecht als fehlerhaft bezeichnet habe, und sucht ferner darzutun, daß das von mir in der Arbeit »Die Nadelanordnung der Kompaßrose mit Rücksicht auf Nadelinduktion in den D-Korrektoren« (Ann. d. Hydr. usw. 1907, S. 17) angegebene einfache und praktisch überaus leicht anwendbare Verfahren der Beobachtung mit zwei rechtwinklig gegeneinander gestellten Korrektorenpaaren ein ausreichendes Mittel für die fragliche Untersuchung nicht darstelle.

Beiden Behauptungen muß ich entgegentreten. Ich möchte zur Klarstellung offenbar untergelaufener Mißverständnisse und Irrtümer folgendes anführen:

Herr Dr. Maurer zeigt, daß eine an Bord vorhandene Deviation vom Charakter $\operatorname{tg}\delta = \frac{\mathfrak{D}\sin 2\zeta}{1 + \mathfrak{D}\cos 2\zeta}$, falls keine Nadelinduktion ins Spiel kommt, kompensiert wird durch Korrektoren, die an Land eine Deviation von der Form $\operatorname{tg}\delta = \frac{-\mathfrak{D}\sin 2\zeta'}{1 + \mathfrak{D}\cos 2\zeta'}$ erzeugen, wo in üblicher Weise ζ den magnetischen und ζ' den Kompaßkurs bedeuten.

Nebenbei und zur besseren Veranschaulichung des Folgenden sei bemerkt, daß dieses Resultat auch aus den üblichen Reihenentwicklungen für δ nach ζ und ζ' folgt. Die vom Schiffe erzeugte Deviation hat, wenn alle Koeffizienten außer $\mathfrak{D}$ verschwinden, als Funktion des magnetischen Kurses ζ die Form (siehe etwa Admiralty Manual).

$$\text{I.}\quad \delta = +\mathfrak{D}\sin 2\zeta - \tfrac{1}{2}\mathfrak{D}^2\sin 4\zeta \quad \text{(Figur I)}$$

oder als Funktion des Kompaßkurses ζ' die Form

$$\text{II.}\quad \delta = +\mathfrak{D}\sin 2\zeta' + \tfrac{1}{2}\mathfrak{D}^2\sin 4\zeta' \quad \text{(Figur II)}$$

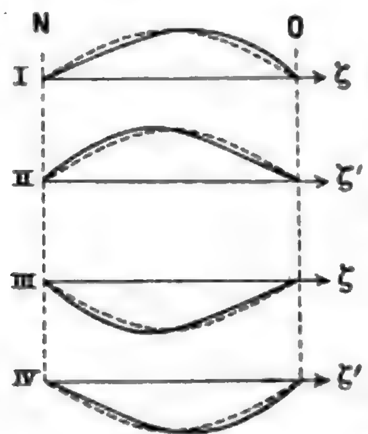
Kugeln, Zylinder oder Ringe, die diese Deviation ohne Nadelinduktion kompensieren sollen, haben ein gleich großes negatives $\mathfrak{D}$ zu erzeugen. Sie werden am eisenfreien Orte Ablenkungen erzeugen, die als Funktion des magnetischen Kurses die Form

$$\text{III.}\quad \delta = -\mathfrak{D}\sin 2\zeta - \tfrac{1}{2}\mathfrak{D}^2\sin 4\zeta \quad \text{(Figur III)}$$

und als Funktion des Kompaßkurses die Form

$$\text{IV.}\quad \delta = -\mathfrak{D}\sin 2\zeta' + \tfrac{1}{2}\mathfrak{D}^2\sin 4\zeta' \quad \text{(Figur IV)}$$

haben. In den Figuren ist der Deviationsverlauf schematisch dargestellt; die Kurve IV ist das Spiegelbild der Kurve I an der Achse; in demselben Verhältnis stehen III und II zueinander.



Von dieser Tatsache ausgehend wird man sagen können: Dann und nur dann, wenn der Korrektor mit dem Nadelsystem am Lande auf den Kompaßkursen einen Deviationsverlauf (Fig. IV) gibt, der den an Bord auf den magnetischen Kursen beobachteten oder aus $\mathfrak{D}$ nach Formel I berechneten (Fig. I) spiegelbildlich gleich ist, ist die Nadelanordnung einwandfrei.[2])

[1]) Ann. d. Hydr. usw. 1904, S. 161; 1906, S. 27; 1907, S. 17.

[2]) Das in diesem Satze ausgesprochene Verfahren habe ich Ann. d. Hydr. usw. 1907 S. 20 mit den Worten erwähnt: Bei der Prüfung auf Oktantaldeviation wird gewöhnlich so verfahren, daß man die durch die D-Korrektoren erzeugte Ablenkungskurve analysiert, d. h. sie in ihre quadrantalen

Herr Santi verfährt aber ganz anders. Von Kompaßkursen ist in der Abhandlung überhaupt nicht die Rede und der Text[1]) kann nur dahin verstanden werden, daß die auf den magnetischen Kursen mit dem Korrektor beobachteten Ablenkungen mit den nach der Formel für magnetische Kurse berechneten verglichen sind, also die Oktantaldeviation durch Vergleich der Kurve III mit dem Spiegelbild von I gefunden wird. In der Tat lassen alle von Herrn Santi gegebenen Diagramme den charakteristischen Verlauf dieser Figuren erkennen.[2])

Ich habe demnach das von Herrn Santi zur Untersuchung des Magnaghischen Kompasses auf oktantale Störungen angewandte Verfahren nicht mit Unrecht als fehlerhaft bezeichnet; es würde selbst beim Fehlen von Nadelinduktion Oktantaldeviationen geben, die mit wesentlichen, in der Natur von Rose und Korrektor begründeten Störungsgliedern verwechselt werden können und verwechselt worden sind.

Wichtiger als diese Feststellung ist es mir, zu zeigen, daß die Vierkorrektormethode doch zu Recht besteht, daß in ihr ein ebenso sicheres wie einfaches Verfahren gegeben ist, etwaige Fehler in der Anordnung der Nadeln einer Kompaßrose zu erkennen.

Herr Dr. Maurer schließt so: Der Querschiffskorrektor für sich allein wirkend liefert eine Ablenkung nach der Formel III, der Längsschiffskorrektor ebenso eine solche nach der Formel I. Die Summe dieser Ablenkungen wäre

$$\delta_3 + \delta_1 = -\mathfrak{D}^2 \sin 4\,\zeta$$

also eine sehr merkliche Oktantaldeviation. Trotzdem geben beide Korrektoren zusammenwirkend auf allen Kursen $\delta = 0$. Das ist völlig richtig. Gerade deshalb habe ich diese Oktantaldeviationen in meinen früheren Arbeiten (Ann. d. Hydr. usw. 1906, S. 31, 32; 1907, S. 20) als »Begleiterscheinungen des D« bezeichnet. Sie rühren ebenso wie die analogen Oktantaldeviationen beim Schiff daher, daß die Magnetisierung der Eisenmassen von ζ, die Wirkung der induzierten Pole auf die abgelenkte Nadel von ζ' abhängig ist. Es ist ganz natürlich, daß diese »Begleiterscheinungen« verschwinden, sobald durch die Kompensation die Verschiedenheit von ζ und ζ' aufgehoben ist. Und folglich, so hätte weiter geschlossen werden müssen, ist man beim Vierkorrektorversuch jetzt gerade in der Lage, eine wesentliche, aus falscher Nadelanordnung resultierende Oktantaldeviation zu erkennen. Herr Dr. Maurer macht an dieser Stelle das Versehen, daß er die dem Zusammenwirken von Rose und Korrektor wesentliche Oktantaldeviation auf eine Stufe stellt mit der Begleiterscheinung und meint, jene würde verschwinden, also unerkennbar werden, wie diese verschwindet.

Ich halte es übrigens für zweckmäßiger, von der Betrachtung der auf die Rose ausgeübten Drehmomente auszugehen, statt von der des Deviationsverlaufes. Auch aus dieser Betrachtung ergibt sich zunächst für den praktisch wichtigsten Fall der Nadelinduktion unzweifelhaft, daß die von mir empfohlene Versuchsanordnung zum Erkennen oktantaler Störungsglieder außerordentlich geeignet ist. Denken wir uns die Rose etwa künstlich im magnetischen Meridian festgehalten und das Schiff sich unter ihr drehend. Dann übt das Schiff auf die Rose ein Drehmoment Δ_0 aus, das durch das Produkt aus dem magnetischen Moment M der Rose und der nach West—Ost gerichteten vom Schiffe erzeugten Feldstärke gegeben ist.

und oktantalen Teile zerlegt. Dieses Verfahren ist aber nur zur Erkennung gröberer Störungen geeignet, insbesondere deshalb, weil die auf erdmagnetischer Horizontalinduktion beruhende Quadrantaldeviation schon naturgemäß mit einer Oktantaldeviation von dem Koeffizienten $H - \frac{1}{2}\mathfrak{D}^2$ verbunden ist. Die Sonderung dieser Begleiterscheinung des D von dem zu bestimmenden Störungsgliede ist mißlich.

[1]) Si sono perciò ricavate sperimentalmente le curve originate dalle diverse ghiere in servizio per le diverse distanze, e con la formola della quadrantale che si riscontra a bordo delle navi $\delta = \frac{\mathfrak{D} \operatorname{sen} 2\,\zeta}{1 + \mathfrak{D} \cos 2\,\zeta}$ si sono calcolate le curve con gli stessi valori di $\mathfrak{D}$ ottenuti da quelle sperimentali.

[2]) Der hohe Betrag der von ihm erhaltenen oktantalen Abweichen gibt Herrn Santi nicht zu weiteren Bemerkungen Veranlassung. Er sagt nur: Queste curve . . . dimonstrano chiaramente come le ottantali aumentano in ampiezza man mano che si avvicinano le ghierre agli aghi della bussola.

Demnach ist für $\mathfrak{A} = \mathfrak{B} = \mathfrak{C} = \mathfrak{E} = 0$

$$\Delta_0 = M \frac{H'}{\lambda H} \sin \delta = M \mathfrak{T} \sin 2 \zeta$$

Zur Kompensation bringen wir einen Quadrantalkorrektor mit den üblichen Symmetrieeigenschaften an. Er übt ein Drehmoment Δ' auf die Rose aus, das als periodische Funktion von ζ durch

$$\Delta' = a + b \sin \zeta + c \cos \zeta + d \sin 2 \zeta + e \cos 2 \zeta$$
$$+ f \sin 3 \zeta + g \cos 3 \zeta + h \sin 4 \zeta + k \cos 4 \zeta + \ldots$$

dargestellt werden kann. Da Δ' für

$$\zeta = 0^\circ; \quad \zeta = 90^\circ; \quad \zeta = 180^\circ; \quad \zeta = 270^\circ$$

aus Symmetrierücksichten verschwinden muß, so darf angenommen werden, daß

$$a = b = c = e = f = g = k = 0$$

ist und die Reihe, wenn wir sie nach den zwölftelkreisigen Gliedern abbrechen, sich reduziert auf

$$\Delta' = d \sin 2 \zeta + h \sin 4 \zeta + n \sin 6 \zeta.$$

Wenn für alle Kurse $\Delta' = -\Delta_0$ ist, so erfährt die Rose keinerlei Drehmoment mehr, sie verharrt also auch von ihrem Zwange befreit im Meridian.

Damit für alle Kurse $\Delta' = -\Delta_0$ wird, ist außer passender Wahl des Koeffizienten d nötig, daß

$$h = 0 \text{ und } n = 0$$

ist. Um zu untersuchen, ob $h = 0$ ist, lassen wir am Lande außer unserem Korrektor einen zweiten ebensolchen im Azimut $\zeta + 90^\circ$ auf die Rose wirken. Dieser zweite Korrektor erzeugt ein Drehmoment

$$\Delta'' = -d \sin 2 \zeta + h \sin 4 \zeta - n \sin 6 \zeta.$$

Da sich Drehmomente addieren, so ist das Gesamtdrehmoment beider Korrektoren

$$\Delta = \Delta' + \Delta'' = 2 h \sin 4 \zeta.$$

Dieses Δ verschwindet dann und nur dann, wenn $h = 0$ ist.

Die Untersuchung, ob $n = 0$ ist, kann in analoger Weise unter Anwendung von drei unter Winkeln von je 60° gestellten Korrektoren erfolgen.

So liegt in dem praktisch wichtigsten Fall der Nadelinduktion die Richtigkeit der Vierkorrektormethode auf der Hand.

Im Falle der erdmagnetischen Induktion ist zu berücksichtigen, daß der Korrektor an Land den induzierenden Komponenten

$$H \cos \zeta \text{ (längsschiffs)}; \quad -H \sin \zeta \text{ (querschiffs)}$$

an Bord dagegen den Komponenten

$$(1 + a) H \cos \zeta \text{ (längsschiffs)}; \quad -(1 + e) H \sin \zeta \text{ (querschiffs)}$$

ausgesetzt ist. Die Richtung dieses Feldes weicht im allgemeinen von der Richtung der im Meridian festgehalten gedachten Nadel ab.

Herr Dr. Maurer hat mich in einer Korrespondenz über diesen Gegenstand darauf aufmerksam gemacht, daß der Vierkorrektorversuch nur für den speziellen Fall, daß die Nadel und das induzierende Feld gleiche Richtung haben, beweise, daß das Drehmoment frei von oktantalen Störungen sei. Diesem an sich berechtigten Einwand läßt sich leicht begegnen. Sollte man Zweifel haben, ob die Proportionalität des Momentes mit $\sin 2\zeta$ auch für Lagen der Nadel vorhanden sei, die von der Richtung des induzierenden Feldes abweichen, so lenke man die Rose durch einen kleinen Magnet, der auf die Rose, nicht aber auf den Korrektor wirkt, um einen beliebigen konstanten Winkel α ab, und wiederhole den Versuch.

Auf diese Weise kann man sich mühelos überzeugen, ob das Drehmoment für beliebige Werte des α frei von oktantalen Störungen ist.

Es ist wahrscheinlich, daß, falls das Drehmoment für $\alpha = 0$ proportional $\sin 2\zeta$ ist, dieses auch für beliebige Werte des α gilt. Indem ich mir die weitere Verfolgung dieser Frage vorbehalte, führe ich als experimentellen Beleg nur folgendes Beispiel an.

Die Untersuchung eines Systems von zwei 195 mm langen Nadeln im Abstand 95 mm (Pole annähernd auf den 30°-Linien) mit 17.5 cm-Kugeln ergab für die Meridianlage der Rose ($\alpha = 0$)

$$H = -2.5 : 8 = 0.3^\circ.$$

Die Nadeln sind demnach etwas zu weit voneinander entfernt!

Bei einer Ablenkung $\alpha = +24°$ (östlich) ergab sich

$$H = -2.8:8 = -0.3°.$$

Bei einer Ablenkung $\alpha = -30°$ (westlich) ergab sich

$$H = -2.3:8 = -0.3°.$$

Bei allen drei Versuchen dokumentiert sich also die nicht ganz fehlerfreie Nadelanordnung in demselben Sinne und mit derselben Präzision.

Die Vierkorrektormethode besteht demnach zu Recht; sie stellt ein überaus scharfes und sehr bequemes Verfahren dar zur Entscheidung der Frage, ob eine Rose und ein Korrektor an Bord zu oktantalen Störungen Veranlassung geben oder nicht. Vorausgesetzt muß bei der Methode lediglich werden, daß die Korrektoren sich nicht gegenseitig merklich beeinflussen, sie wird also z. B. nicht anwendbar sein für die Untersuchung der Kompensationswirkung zweier kleiner Kompasse als D-Korrektoren.

Über die Verwendung von Sterndistanzen zur Bestimmung der Sextantenfehler auf See.

Von Dr. **Johannes Möller**, Oberlehrer an der Großh. Navigationsschule zu Elsfleth.

Wie schon von verschiedenen Seiten hervorgehoben ist, können Beobachtungen von Sterndistanzen auf See besser als die in vielen Lehrbüchern empfohlenen Monddistanzen zur Bestimmung der Fehler der Sextanten benutzt werden. Angeregt durch den Reichsinspektor Herrn Geh. Rat Schrader habe ich gelegentlich einer längeren Seereise an Bord eines Segelschiffes eine größere Reihe von Sterndistanzen beobachtet und festgestellt, daß ein geübter Beobachter selbst bei unruhiger See Sterndistanzen stets auf 10″ genau beobachten, also die Genauigkeit des Sextanten voll ausnutzen kann. Glaubt man mit einer Genauigkeit von 1′ auskommen zu können, so reichen hierfür die von Sprigge, Doak, Hudson und Cox[1]) berechneten Tabellen, welche die Distanzen zwischen einer Reihe von Sternen 1. und 2. Größe ohne Berücksichtigung der durch Aberration und Eigenbewegung verursachten Änderungen enthalten, vollkommen aus. In vielen Fällen wird man jedoch den Wunsch hegen, die Fehler des benutzten Sextanten innerhalb der Grenzen der mit einem Sextanten überhaupt zu erreichenden Beobachtungsgenauigkeit kennen zu lernen. Die genannten Verfasser geben zu diesem Zweck im ganzen 18 Distanzen von 10 zu 10 Tagen, in denen wohl die durch Aberration, aber noch nicht durch Eigenbewegung der Sterne verursachten Abweichungen berücksichtigt sind. Alle anderen Distanzen sind nur für das mittlere Äquinoktium von 1904 berechnet, geben die Distanzen also mit einer Unsicherheit, die bis zum Werte von $\pm 35''$ anwachsen kann. Ich halte es daher für wünschenswert, daß eine größere Reihe von Sterndistanzen, die für irgend ein mittleres Äquinoktium gelten, nebst den zugehörigen Berichtigungen für Aberration und Eigenbewegung und praktischen Refraktionstafeln in das nautische Jahrbuch oder die nautischen Tafelsammlungen aufgenommen oder sonst an einem dem Seemann zugänglichen Orte veröffentlicht werden. Die Änderung dieser Distanzen würde man zweckmäßig von 10 zu 10 Tagen bringen können. Die wahren Distanzen selbst von 10 zu 10 Tagen zu bringen, wie es die Verfasser des genannten Buches »Stars and Sextants« bei 18 Sternen tun, halte ich nicht für praktisch, weil eine solche Anordnung zu viel Platz verschwendet und weil die Eigenbewegung mancher Sterne so groß ist, daß man doch genötigt wäre, eine Tafel für Berichtigung wegen Eigenbewegung noch besonders einzuführen oder von Jahr zu Jahr die Tafeln neu herauszugeben. Die Anordnung der Tafeln, wie ich sie vorschlage, ist daher wohl praktischer als die der erwähnten

[1]) Stars and Sextants. Star distance tables for facilitating the use of Lord Ellenborough's Method of correcting the centring and total errors of sextants at sea, by John Abner Sprigge, Wm. Fraser Doak, T. Carlton Hudson and Arthur S. Cox, London; publ. by J. D. Potter 1903.

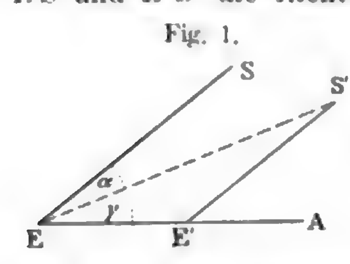
englischen Tafeln. Hierfür ist die Kenntnis der Änderung der für ein bestimmtes mittleres Äquinoktium berechneten Distanzen infolge des Einflusses der Aberration, Eigenbewegung und Refraktion nötig.

Für die Nautik kommen nur Sternhöhen über 10° in Betracht, da geringere Höhen wegen der Unsicherheit der Refraktion besser nicht berücksichtigt werden. Wir brauchen daher zur Bestimmung der Sextantenfehler nur Sterndistanzen zu berücksichtigen, die nicht kleiner als 10° sind, ein Umstand, der uns den Vorteil bietet, daß wir bei der differentiellen Berücksichtigung der Änderung der Distanzen wegen Aberration, Eigenbewegung und Refraktion die Glieder höherer Ordnung vernachlässigen können. Will man auch sehr kleine Winkel genau messen können, z. B. Höhenwinkel irdischer Objekte für Abstandsbestimmungen, d. h. will man die Instrumentalfehler auch in der Nähe von 0° kennen lernen, so kann man hierfür die Messung des aus dem Jahrbuch bekannten Sonnendurchmessers bei nicht zu kleiner Sonnenhöhe heranziehen. Sollte man jedoch wünschen, auch den Bereich von 0° bis 10° genau auf Fehler zu untersuchen, so müßte man die Glieder zweiter Ordnung mit berücksichtigen, die ich im folgenden daher theoretisch mit abgeleitet habe.

Einfluß der Aberration auf die Distanz.

In Fig. 1 sei E E′ ein Stück der Erdbahn, E und E′ die Örter der Erde in zwei benachbarten Zeitmomenten, A der Apex der Erdbewegung und schließlich E S und E′ S′ die Richtungen von der Erde nach einem und demselben Stern. Die Aberration, die wir mit dem Buchstaben α bezeichnen wollen, ist dann gleich dem Winkel S E S′, während der Winkel zwischen den Richtungen nach dem Apex und nach dem Stern die Bezeichnung γ erhalten möge. Aus dem Dreieck E S E′ folgt dann, da man $\sin\alpha = \alpha \sin 1''$ setzen kann:

Fig. 1.



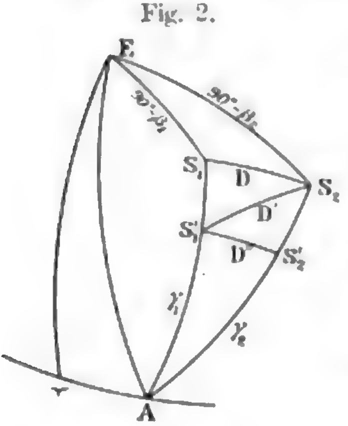
$$\alpha = \frac{EE' \sin\gamma}{ES' \sin 1''}.$$

Der Wert $EE' : ES' \sin 1''$ ist die Aberrationskonstante k. Es besteht dann die Gleichung

$$\text{Bogen } SS' = \alpha = k \sin\gamma.$$

Der wahre Ort S und der mit Aberration behaftete Ort S′ eines und desselben Sterns liegen offenbar auf einem größten Kreise der Sphäre, der durch Apex und Antiapex hindurchgeht.

Fig. 2.



Sind nun in Fig. 2 S_1 und S_2 die wahren, S_1' und S_2' die mit Aberration behafteten Örter zweier Sterne, also $S_1 S_2 = D$ deren wahre, $S_1' S_2' = D''$ deren mit Aberration behaftete Distanz, ferner A der Apex der Erdbewegung, E der Pol der Ekliptik, $S_1 A = \gamma_1$ der Abstand des ersten, $S_2 A = \gamma_2$ der des zweiten Sterns vom Apex, so ist offenbar $EA = 90°$, $ES_1 = 90° - \beta_1$, $ES_2 = 90° - \beta_2$, $\measuredangle AES_1 = \lambda_1 - \odot + 90°$, $\measuredangle AES_2 = \lambda_2 - \odot + 90°$, $\measuredangle S_1 ES_2 = \lambda_2 - \lambda_1$, wo β_1, β_2, λ_1, λ_2 die astronomischen Breiten und Längen der Sterne, $\odot$ die Sonnenlänge und $\odot - 90°$ die Länge des Apex bedeutet. Wir bezeichnen schließlich noch den Winkel AS_1S_2 mit η_1 und den Winkel AS_2S_1 mit η_2. Dann folgt aus den beiden rechtseitigen Dreiecken ES_1A und ES_2A und aus dem Dreieck ES_1S_2

$$\cos\gamma_1 = \cos\beta_1 \sin(\odot - \lambda_1) \qquad \cos\gamma_2 = \cos\beta_2 \sin(\odot - \lambda_2)$$

$$\operatorname{tang} \tfrac{1}{2}\eta_1 = \sqrt{\frac{\sin(s - D)\sin(s - \gamma_1)}{\sin s \cdot \sin(s - \gamma_2)}} \qquad \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}\eta_2 = \sqrt{\frac{\sin(s - D)\sin(s - \gamma_2)}{\sin s \cdot \sin(s - \gamma_1)}}$$

worin $2s = \gamma_1 + \gamma_2 + D$ ist.

Die Größen γ_1, γ_2, η_1 und η_2 sind also aus den Längen und Breiten der Sterne und der Sonnenlänge bestimmbar.

Ziehen wir in Figur 2 nun die Hilfslinie $S_1'S_2$ und nennen wir sie D', bezeichnen wir ferner Winkel $S_1 S_2 S_1'$ mit σ, Winkel $S_2 S_1' S_1$ mit ξ_1 und $S_1 S_1' = k \sin \gamma_1$ mit k_1, so ist nach einer bekannten Reihenentwicklung der sphärischen Trigonometrie (s. Encke, Astron. Nachr. Nr. 562)

$$\tfrac{1}{2}(\xi_1 + \sigma) = \tfrac{1}{2}(180^\circ - \eta_1) + \frac{1}{\sin 1''}\left[\operatorname{tang} \tfrac{1}{2} k_1 \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} D \sin \eta_1 - \tfrac{1}{2} \operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2} k_1 \operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2} D \sin 2\eta_1 - \ldots\ldots.\right]$$

$$\tfrac{1}{2}(\xi_1 - \sigma) = \tfrac{1}{2}(180^\circ - \eta_1) - \frac{1}{\sin 1''}\left[\operatorname{tang} \tfrac{1}{2} k_1 \operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} D \sin \eta_1 + \tfrac{1}{2} \operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2} k_1 \operatorname{cotg}^2 \tfrac{1}{2} D \sin 2\eta_1 + \ldots\ldots.\right]$$

Hieraus folgt, wenn man $\operatorname{tang} \frac{1}{2} k_1 = \frac{1}{2} k_1 \sin 1''$ setzt und alle Glieder vernachlässigt, die mit dem Quadrat oder höheren Potenzen von sin 1" multipliziert sind,

$$\sigma = \frac{1}{\sin D}\left[k_1 \sin \eta_1 - \tfrac{1}{2} k_1^2 \sin 2\eta_1 \operatorname{cotg} D \sin 1'' \ldots..\right].$$

Ferner hat man nach einer ähnlichen Reihenentwicklung:

$$\tfrac{1}{2} D' = \tfrac{1}{2}(D - k_1) + \frac{1}{\sin 1''}\left[\operatorname{tang} \tfrac{1}{2} \sigma \operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} \xi_1 \sin (D - k_1) + \tfrac{1}{2} \operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2} \sigma_1 \operatorname{cotg}^2 \tfrac{1}{2} \xi_1 \sin (2D - 2k_1) + \ldots\right].$$

Setzt man hierin $\operatorname{tang} \frac{1}{2} \sigma = \frac{1}{2} \sigma \cdot \sin 1''$ und vernachlässigt man wieder alle Glieder mit höheren Potenzen von sin 1", so findet man:

$$D' = D - k_1 + \sigma \operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} \xi_1 \sin D - \sigma \operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} \xi_1 \cos D \cdot k_1 \sin 1'' + \text{Glieder höherer Ordnung.}$$

Nun ist

$$\operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} \xi_1 = \operatorname{cotg}\left[90^\circ - \tfrac{1}{2} \eta_1 - \tfrac{1}{2} k_1 \sin \eta_1 \operatorname{cotg} D - \tfrac{1}{2}(\tfrac{1}{2} k_1)^2 \sin 2\eta_1 (\operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2} D + \operatorname{cotg}^2 \tfrac{1}{2} D) \sin 1'' + \ldots\right]$$

oder unter Nichtbeachtung der Glieder höherer Ordnung

$$\operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} \xi_1 = \frac{1 + \operatorname{tang}(90^\circ - \frac{1}{2} \eta_1) \cdot \operatorname{tang}(\frac{1}{2} k_1 \sin \eta_1 \operatorname{cotg} D - \ldots)}{\operatorname{tang}(90^\circ - \frac{1}{2} \eta_1) - \operatorname{tang}(\frac{1}{2} k_1 \sin \eta_1 \operatorname{cotg} D - \ldots)}.$$

Der Ausdruck tang ($\frac{1}{2} k_1 \sin \eta_1 \operatorname{cotg} D$) kann zwar nicht als Faktor im Zähler, wohl aber als Summand im Nenner vernachlässigt werden, vorausgesetzt, daß D nicht sehr klein, und zwar viel kleiner wird als die Distanzen, die hier in Betracht kommen. Daher geht der obige Ausdruck über in die Form

$$\operatorname{cotg} \tfrac{1}{2} \xi_1 = \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} \eta_1 + \tfrac{1}{2} k_1 \sin \eta_1 \operatorname{cotg} D \sin 1''.$$

Man sieht nun leicht, daß die Gleichung für D' schließlich nach Einsetzen der Werte für σ und für $\operatorname{cotg} \frac{1}{2} \xi$ die folgende Form annimmt:

$$D' = D - k_1 \cos \eta_1 - \tfrac{1}{2} k_1^2 \operatorname{cotg} D \sin^2 \eta_1 \sin 1'' - \ldots\ldots.$$

Da k_1 niemals größer werden kann als 20", so kann der dritte Term erst dann die Größe von 1" erreichen, wenn D bis zur Größe von wenigen Bogenminuten herabsinkt. Solche Distanzen kommen hier aber nicht vor, und daher kann man sich auf folgenden Ausdruck beschränken:

$$D' = D - k_1 \cos \eta_1' = D - k \sin \gamma_1 \cos \eta_1.$$

In gleicher Weise findet man aus Dreieck $S_2 S_1' S_2'$

$$D'' = D' - k_2 \cos \eta_2 = D' - k \sin \gamma_2 \cos \eta_2.$$

Folglich wird die Gleichung zwischen der mit Aberration behafteten und der wahren Distanz:

$$D'' = D - k(\sin \gamma_1 \cos \eta_1 + \sin \gamma_2 \cos \eta_2).$$

Den Ausdruck $-k(\sin \gamma_1 \cos \eta_1 + \sin \gamma_2 \cos \eta_2)$ bringen die Kolumnen 4 bis 40 der weiterhin gegebenen Tabelle in Intervallen von 10 zu 10 Tagen. Man hat ihn an die in der zweiten Kolumne stehende mittlere Distanz anzubringen, um die mit Aberration behaftete zu erlangen.

Es bleibt nun noch zu zeigen, daß die Änderung des Sternortes durch die Präzession für längere Zeit die Aberration nicht merklich beeinflußt.

Bezeichnen wir den Unterschied zwischen der mittleren und der mit Aberration behafteten Sterndistanz mit α, so haben wir

$$\alpha = k(\sin \gamma_1 \cos \eta_1 + \sin \gamma_2 \cos \eta_2).$$

Die Differenzierung ergibt

$$d\alpha = k\left[\cos \gamma_1 \cos \eta_1 \, d\gamma_1 - \sin \gamma_1 \sin \eta_1 \, d\eta_1 + \cos \gamma_2 \cos \eta_2 \, d\gamma_2 - \sin \gamma_2 \sin \eta_2 \, d\eta_2\right] \cdot \sin 1''.$$

Da nun $-\sin\gamma_1\,d\gamma_1 = \cos\beta_1\cos(\odot-\lambda_1)\,d\lambda_1$ ist, wo $d\lambda$ die durch die Präzession verursachte Längenänderung bedeutet, da ferner, wie leicht zu zeigen,

$$\sin\gamma_1\sin\eta_1\,d\eta_1 = \frac{1}{\sin D}\Big[\cos\beta_2\cos(\odot-\lambda_2)\,d\lambda_2 - \big(\cos D\cos\beta_1\cos(\odot-\lambda_1) + \operatorname{cotg}\gamma_1\sin D\cos\eta_1\cos\beta_1\cos(\odot-\lambda_1)\big)\,d\lambda_1\Big]$$

und

$$\sin\gamma_2\sin\eta_2\,d\eta_2 = \frac{1}{\sin D}\Big[\cos\beta_1\cos(\odot-\lambda_1)\,d\lambda_1 - \big(\cos D\cos\beta_2\cos(\odot-\lambda_2) + \operatorname{cotg}\gamma_2\sin D\cos\eta_2\cos\beta_2\cos(\odot-\lambda_2)\big)\,d\lambda_2\Big]$$

ist, so wird nach einigen Umformungen schließlich

$$d\alpha = \frac{k}{\sin D}\Big\{\cos\beta_1\cos(\odot-\lambda_1)[\cos D-1]\,d\lambda_1 + \cos\beta_2\cos(\odot-\lambda_2)[\cos D-1]\,d\lambda_2\Big\}\sin 1''.$$

Da die Faktoren von $\cos\beta_1\,d\lambda_1$ und $\cos\beta_2\,d\lambda_2$ niemals größer als 1 werden und die Größen $\cos\beta_1\,d\lambda_1$ und $\cos\beta_2\,d\lambda_2$ niemals auf mehr als 50″ im Jahre anwachsen können, so kann der Klammerausdruck in einem Jahre niemals den Wert 100″ überschreiten, er wird vielmehr in den meisten Fällen erheblich kleiner sein. Nehmen wir aber wirklich an, daß die Klammer den Wert 100″ erreichte, so würde $d\alpha$ immer nur $= \frac{k\cdot 100''\cdot\sin 1''}{\sin D}$ sein, also erst bei einer Distanz von einem halben Grad den Wert einer Bogensekunde erreichen.

Da wir hier Distanzen unter 10° überhaupt nicht berücksichtigen, so würde unter Annahme des unmöglich großen Wertes von 100″ für den Klammerausdruck und einer Distanz von 10° in einem Jahre $d\alpha = 0{,}''056$ sein.

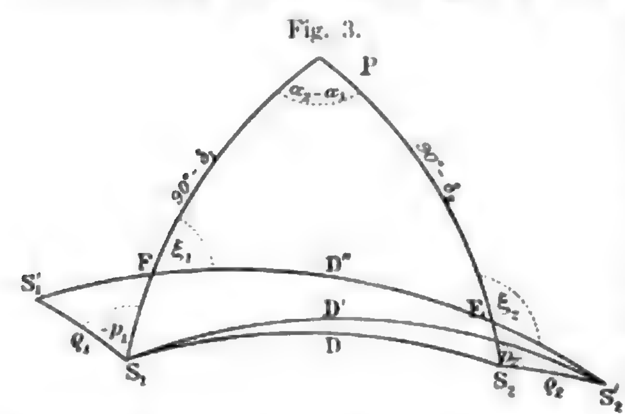
Man sieht, daß man hier für lange Zeit den Einfluß der Präzession auf die Aberration vernachlässigen kann. Dasselbe gilt für den Einfluß der Nutation auf die Aberration.

Einfluß der Eigenbewegung auf die Distanz.

Wenn man nicht alljährlich Tafeln für die Distanzen neu berechnen, sondern mit einer für irgend ein Äquinoktium geltenden längere Zeit auskommen will, so hat man auch den Einfluß der Eigenbewegung zu berücksichtigen.

In Fig. 3 seien S_1 und S_2 die Örter zweier Sterne zu der Zeit, für die die berechnete Distanztabelle gilt, S_1' und S_2' die durch die Eigenbewegung veränderten Örter zu irgend einer anderen Zeit, $S_1S_2 = D$ und $S_1'S_2' = D''$ die entsprechenden Distanzen und P der Himmelspol. Hat dann S_2 eine größere Rektaszension als S_1, so werden die Positionswinkel p_1 und p_2 der Eigenbewegungen von den größten Kreisen PS_1 und PS_2 aus im Sinne der zunehmenden Rektaszensionen, also in Fig. 3 rechts herum gezählt. Es ist ferner $PS_1 = 90°-\delta_1$, $PS_2 = 90°-\delta_2$, $\measuredangle S_1PS_2 = \alpha_2-\alpha_1$, $\measuredangle PS_1S_1' = -p_1$ und $\measuredangle PS_2S_2' = p_2$.

Fig. 3.



Dann folgt, wie leicht einzusehen, aus ähnlichen Entwicklungen, wie sie im vorigen Abschnitt abgeleitet sind:

$$D'' = D - \varrho_1\cos(\xi_1 - p_1) + \varrho_2(\xi_2 - p_2).$$

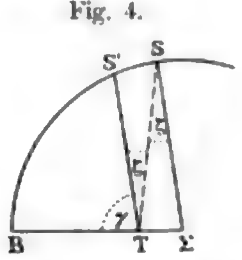
Die Winkel ξ_1 und ξ_2 ergeben sich leicht aus dem Dreieck PS_1S_2, das in diesem Falle gleich PFE gesetzt werden kann, wie folgt:

$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(\xi_2-\xi_1) = \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(\alpha_2-\alpha_1)\sin\tfrac{1}{2}(\delta_2+\delta_1)\sec\tfrac{1}{2}(\delta_2-\delta_1)$$
$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(\xi_2+\xi_1) = \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(\alpha_2-\alpha_1)\cos\tfrac{1}{2}(\delta_2+\delta_1)\operatorname{cosec}\tfrac{1}{2}(\delta_2-\delta_1).$$

Einfluß der Parallaxe auf die Distanz.

Der Einfluß der Parallaxe kann wegen deren Kleinheit vernachlässigt werden. Der Vollständigkeit halber mögen aber die Formeln, nach denen er berechnet werden könnte, kurz abgeleitet werden.

Fig. 4.



Bedeutet in Fig. 4 T die Erde, Σ die Sonne, S den geozentrischen, S' den heliozentrischen Ort eines Sternes, so ist, wenn wir mit π die jährliche Parallaxe des Sternes und mit d den Abstand des Sternes von der Erde oder von der Sonne bezeichnen und den mittleren Erdradius der Einheit gleich setzen:

$$\frac{1}{d} = \pi \sin 1''.$$

Der Winkel $TS\Sigma$ heiße ζ, der in Einheiten des mittleren Erdbahnhalbmessers ausgedrückte Radiusvektor ΣT der Erde heiße r. Dann folgt aus Dreieck $T\Sigma S$:

$$\zeta \sin 1'' = r \sin \gamma \cdot \frac{1}{d} = r \sin \gamma \cdot \pi \sin 1''$$

oder Bogen $SS' = r \cdot \pi \sin \gamma$.

Fig. 5.

In Fig. 5 seien nun S_1 und S_2 die geozentrischen, S_1' und S_2' die heliozentrischen Örter zweier Sterne, also $S_1 S_2 = D$ ihre geozentrische, $S_1'S_2' = D''$ ihre heliozentrische Distanz, B der Punkt, in dem der Radiusvektor der Erde die Sphäre schneidet und E der Pol der Ekliptik. Dann ist die Länge von $B = \odot + 180°$, Winkel $S_1 EB = 180° - (\odot - \lambda_1)$, $EB = 90°$, $ES_1 = 90° - \beta_1$ und $ES_2 = 90° - \beta_2$.

Verbinden wir nun S_2 mit S_1' und nennen wir $S_2 S_1' = D'$, Winkel $S_1'S_1 S_2 = \eta_1$ und beachten wir, daß $S_1 S_1' = r \pi_1 \sin \gamma_1$ ist, so ist nach einer Entwicklung, die genau der der vorigen Absätze gleicht,

$$D' = D - r \pi_1 \sin \gamma_1 \cdot \cos \eta_1 - \tfrac{1}{2} r^2 \pi_1^2 \sin^2 \gamma_1 \operatorname{cotg} D' \sin^2 \eta_1 \sin 1'' - \ldots$$

Hierin wird der dritte Term und alle folgenden verschwindend klein. Wir dürfen setzen:

$$D' = D - r \cdot \pi_1 \sin \gamma_1 \cos \eta_1$$

oder, wenn $S_1'S_2S_2' = \eta_2$ gesetzt wird:

$$D'' = D - r \pi_1 \sin \gamma_1 \cos \eta_1 - r \pi_2 \sin \gamma_2 \cos \eta_2.$$

Bezeichnen wir nun den Winkel $BS_1 E$ mit ϑ_1, so folgt aus dem rechtseitigen Dreieck $BS_1 E$

$$\sin \vartheta_1 \sin \gamma_1 = \sin (\odot - \lambda_1)$$
$$\cos \vartheta_1 \sin \gamma_1 = \sin \beta_1 \cos (\odot - \lambda_1)$$

und analog

$$\sin \vartheta_2 \sin \gamma_2 = \sin (\odot - \lambda_2)$$
$$\cos \vartheta_2 \sin \gamma_2 = \sin \beta_2 \cos (\odot - \lambda_2).$$

Wenn wir den Winkel $ES_1 S_2 = \xi_1$, und $ES_2 S_1 = \xi_2$ setzen, so ist

$$\eta_1 = 360° - (\vartheta_1 + \xi_1) \quad \text{und} \quad \eta_2 = \vartheta_2 - \xi_2,$$

und dann wird:

$$r \pi_1 \sin \gamma_1 \cos \eta_1 = r \pi_1 \sin \gamma_1 (\cos \vartheta_1 \cos \xi_1 - \sin \vartheta_1 \sin \xi_1) = r \pi_1 \left[\sin \beta_1 \cos (\odot - \lambda_1) \cos \xi_1 - \sin (\odot - \lambda_1) \sin \xi_1\right]$$

$$r \pi_2 \sin \gamma_2 \cos \eta_2 = r \pi_2 \sin \gamma_2 (\cos \vartheta_2 \cos \xi_2 + \sin \vartheta_2 \sin \xi_2) = r \pi_2 \left[\sin \beta_2 \cos (\odot - \lambda_2) \cos \xi_2 + \sin (\odot - \lambda_2) \sin \xi_2\right]$$

Also wird

$$D'' = D - r \left[\pi_1 \sin \beta_1 \cos (\odot - \lambda_1) \cos \xi_1 + \pi_2 \sin \beta_2 \cos (\odot - \lambda_2) \cos \xi_2 - \pi_1 \sin (\odot - \lambda_1) \sin \xi_1 + \pi_2 \sin (\odot - \lambda_2) \sin \xi_2\right]$$

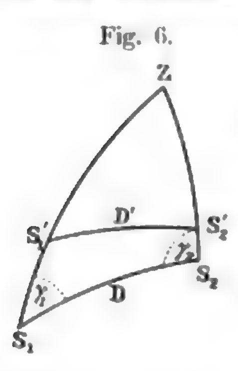
Da innerhalb der Grenzen der hier erforderlichen Genauigkeit die Größen β_1, β_2, λ_1, λ_2, π_1 und π_2 als konstant angesehen werden können und die Werte $\odot$ und r nur vom Datum abhängen, so kann man die an D anzubringende Änderung leicht in eine Tafel bringen, deren Argument das Datum ist, die sich also mit der Tafel der Berichtigung wegen Aberration zu einer einzigen verschmelzen läßt.

Einfluß der Refraktion auf die Distanz.

Zur Bestimmung der Refraktion bedarf man der Gestirnshöhen, die man am bequemsten gleich vor oder nach der Distanzmessung ganz roh mit dem Sextanten bestimmt. Wenn man Höhen unter 10° ausschließt, genügt eine ganz rohe Messung, die man in den meisten Fällen auch über der Nachtkimm hinreichend genau ausführen kann. Sonst muß man sie nach bekannten Formeln berechnen oder graphisch bestimmen, wie es z. B. Wedemeyer[1]) vorschlägt.

Die Berichtigung der Sterndistanz geschieht in ganz ähnlicher Weise, wie die der Monddistanzen, die in allen nautischen Lehrbüchern gebracht wird. In Fig. 6 sei Z das Zenit, S_1 und S_2 die wahren, S_1' und S_2' die mit Refraktion behafteten Sternörter, $S_1S_2 = D$ die wahre und $S_1'S_2' = D'$ die mit Refraktion behaftete Distanz. Bezeichnen wir Winkel ZS_1S_2 mit γ_1 und Winkel ZS_2S_1 mit γ_2, die Zenitdistanzen der Sterne mit z_1 und z_2, ferner die Refraktionen in Zenitdistanz S_1S_1' und S_2S_2' mit ΔZ_1 bzw. ΔZ_2, so folgt aus einer ähnlichen Entwicklung, wie wir sie vorher bei der Aberration gebracht haben:

Fig. 6.



$$D'' = D - \Delta Z_1 \cdot \cos\gamma_1 - \Delta Z_2 \cos\gamma_2$$

und Glieder höherer Ordnung.

Die Winkel γ_1 und γ_2 kann man in einfacher Weise den dem erwähnten Artikel von Wedemeyer beigegebenen Tafeln entnehmen. Sonst ergibt sich die Größe der Winkel γ_1 und γ_2 auch leicht aus der Berechnung des sphärischen Dreiecks ZS_1S_2, die dann schließlich zu folgender Formel führt:

$$\begin{aligned} D'' = D &+ 2\,\Delta Z_1 \cdot \sin(s - D)\sin(s - Z_1)\operatorname{cosec} Z_1 \operatorname{cosec} D \\ &+ 2\,\Delta Z_2 \sin(s - D)\cdot\sin(s - Z_2)\operatorname{cosec} Z_2 \operatorname{cosec} D \\ &- \Delta Z_1 - \Delta Z_2\,,\quad \text{worin } 2s = Z_1 + Z_2 + D \end{aligned}$$

gesetzt ist, oder abgekürzt:

$$D'' = D + 2\cdot I + 2\cdot II - \Delta Z_1 - \Delta Z_2$$

eine Formel, die in dieser oder ähnlicher Form dem Seemann von der Berechnung der Monddistanzen her geläufig ist. Die bei Monddistanzen erforderliche sogenannte dritte Berichtigung läßt sich hier, wie leicht zu zeigen ist, vernachlässigen.

Diese dritte Berichtigung würde nämlich lauten (vgl. die Entwicklung der Berichtigung wegen Aberration):

$$\tfrac{1}{2}(\Delta Z_1 \sin\gamma_1)^2 \cdot \operatorname{cotg} D \sin 1'' + \tfrac{1}{2}(\Delta Z_2 \sin\gamma_2)^2 \cdot \operatorname{cotg} D \sin 1''.$$

Dieser Ausdruck wird für $\Delta Z = 319''$, also wenn beide Gestirne die geringe Höhe von 10° über dem Horizont haben, und bei der geringsten hier in Betracht kommenden Distanz von 10° nur etwa $1\tfrac{1}{2}$ Bogensekunden groß. Die Vernachlässigung dieser Berichtigung schafft also nur einen Fehler, der für Sextantenbeobachtungen unter allen Umständen belanglos ist, falls man sich nur hütet, Sterne, deren Höhe geringer als 10° ist, zur Fehlerbestimmung des Sextanten heranzuziehen.

[1]) A. Wedemeyer, Die Anwendung der Sterndistanzen in der nautischen Astronomie, Ann. d. Hydr. usw., XXXV. Jahrg.

Namen der Sternpaare	Mittlere Distanz 1905,0	E. B.	Januar 1	Januar 11	Januar 21	Januar 31	Febr. 10	Febr. 20	März 1	März 11	März 21	März 31	A[illegible] 10	A[illegible] 20
	° ′ ″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	
α Orionis—β Orionis	18 36 20	0,00	1	2	2	3	4	5	6	6	6	6	6	[illegible]
β Orionis—α Tauri	26 29 54	0,20	4	5	6	7	7	8	9	9	8	8	7	[illegible]
α Aurigae—α Orionis	39 29 2	0,30	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	[illegible]
α Aurigae—β Orionis	54 12 46	0,13	8	11	14	16	18	19	19	20	18	17	16	14
α Eridani—β Orionis	64 19 43	0,00	−12	12	13	13	13	12	11	10	9	7	+5	+3
α Eridani—α Orionis	82 53 30	0,00	12	13	15	16	16	17	17	16	15	13	11	8
α Aurigae—α Eridani	112 40 57	+0,35	22	25	28	30	31	31	31	28	24	20	15	10

Die erwähnten englischen Sterndistanztafeln empfehlen die Beobachtung von Distanzen solcher Sterne, die in demselben Vertikal stehen, da dann die aus den gewöhnlichen Refraktionstafeln entnommenen Werte zu den beobachteten Distanzen addiert oder subtrahiert zu werden brauchen. Ich halte jedoch die für die Berechnung der Zeit, zu der dieses vertikale Übereinandertreten zweier Sterne eintritt, aufgewandte Arbeit, selbst wenn man die beigegebenen Hilfstafeln benutzt, für ungefähr ebenso umfangreich, wie die kurze Berechnung des Winkels γ auf die angegebene Weise oder wie die Benutzung der vorher gegebenen Formel zur Berechnung des Refraktionseinflusses, die außerdem dem Seemann schon von der Navigationsschule her bekannt ist. Auch dürfte es angenehm sein, nicht an eine bestimmte Zeit gebunden zu sein, sondern jederzeit bei klarem Wetter die Prüfung des Sextanten vornehmen zu können.

Nachdem ich so abgeleitet habe, welchen Einfluß Aberration, Eigenbewegung, Parallaxe und Refraktion auf die Distanz der Sterne haben, möchte ich noch zeigen, wie ich mir die Anordnung der Distanztafeln denke, und ihre Anwendung an einem Beispiel erläutern.

Um Platz zu sparen und mit einer einmal berechneten Tabelle für lange Zeit auskommen zu können, schlage ich vor, eine große Reihe von Sterndistanzen für ein bestimmtes Äquinoktium zu berechnen und deren Änderungen durch kleine Berichtigungsgrößen zu geben. In der folgenden Tabelle finden sich z. B. sieben Sterndistanzen, die für das mittlere Äquinoktium 1905.0 berechnet sind. Die erste Kolumne gibt die Namen der Sternpaare, die zweite ihre Distanz für das angegebene Äquinoktium, die dritte mit E. B. überschriebene die jährliche Änderung infolge der Eigenbewegung der Sterne und die folgenden die Änderung der Distanz infolge der Aberration von 10 zu 10 Tagen. Den Wert der Kolumne E. B. hat man mit der Anzahl der Jahre zu multiplizieren, die seit 1905.0 verflossen ist; dieses Produkt ist algebraisch zur wahren Distanz zu addieren. Dann entnimmt man den nächsten Kolumnen für das dem Beobachtungstage zunächst liegende Datum die Berichtigung wegen Aberration und berechnet schließlich noch in der vorher angegebenen Weise den Einfluß der Refraktion auf die Distanz. Die so berichtigte Distanz vergleicht man mit der gemessenen.

Der Unterschied beider Werte ist die Berichtigung, die man an die Ablesung des Sextanten bei einem Winkel von der Größe der gemessenen Distanz anzubringen hat. Diese Berichtigung ändert sich im allgemeinen mit der Größe des gemessenen Winkels, und man tut daher gut, Distanzen von verschiedener Größe zu messen und sich daraus eine kleine Fehlertabelle des Sextanten etwa von 10 zu 10 Grad anzulegen. Zu empfehlen ist es unter allen Umständen, vorher auf bekannte Weise dafür zu sorgen, daß die beiden Spiegel bei Nullstellung einander parallel stehen, d. h. dieselbe Neigung gegen die Sextantenebene haben, da sonst die beiden Bilder aneinander vorübergehen und die Messung nicht mit der wünschenswerten Schärfe angestellt werden kann. Die Fehler des Sextanten lassen sich aus einer größeren Reihe von Distanzbeobachtungen durch Wahrscheinlichkeitsrechnung ableiten. Praktischer ist es aber, sich um die Bestimmung der Fehler selbst gar nicht zu kümmern, sondern nur empirisch eine Fehlertabelle zusammenzustellen.

Mai		Juni			Juli			August			September			Oktober			November			Dezember		
[illegible]	30	9	19	29	9	19	29	8	18	28	7	17	27	7	17	27	6	16	26	6	16	26
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
2	+1	0	1	2	−3	−4	−4	5	−5	−6	6	6	6	5	5	4	3	2	1	0	0	+1
2	0	−1	3	4	−5	6	7	8	9	9	9	8	8	7	−7	−6	5	3	1	0	1	2
1	−1	−1	1	−1	−1	−1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	−1	−1	1	0	0
−7	1	−1	−2	−5	−7	−11	−13	−15	−16	−18	−18	−17	−17	−16	−14	−12	−9	6	4	−2	0	−2
−3	−5	−6	−8	−10	−11	−12	−13	−13	−12	12	−11	9	8	6	4	2	0	−2	−5	6	−7	−9
−4	−4	−6	−9	−12	−14	−16	17	17	17	17	16	15	−14	−12	−10	−7	1	−1	−3	5	7	9
−5	−10	−15	−19	23	−27	−29	−30	31	−30	28	26	−24	−21	17	−13	−8	−2	−4	−8	−12	−15	−18

Beispiel.

Am 6. Dezember 1903 wurden auf 0° 53′ S und 172° 20′ W folgende Sterndistanzen mit einem Sextanten, der sehr starke Fehler hatte, gemessen:

α Orionis — β Orionis	=	8°	36′	0″
β Orionis — α Tauri	=	16	31	30
α Aurigae — α Orionis	=	29	32	25
α Aurigae — β Orionis	=	44	15	20
α Eridani — β Orionis	=	54	21	55
α Eridani — α Orionis	=	72	53	50
α Aurigae — α Eridani	=	112	49	57

Der benutzte Sextant hatte einen beträchtlichen Exzentrizitätsfehler. Außerdem war die Stellschraube des kleinen Spiegels zerbrochen, der daher durch einen eingeschobenen Keil festgeklemmt werden mußte. Die Neigung des Spiegels gegen das Lot auf der Sextantenebene konnte also nicht beseitigt werden. Um die beiden Bilder zur Deckung bringen zu können, mußte ich daher auch dem großen Spiegel eine entsprechende Neigung geben. Sowohl der Kollimationsfehler (Indexberichtigung) als auch die übrigen Fehler waren dementsprechend sehr groß, und die Differenz zwischen den gemessenen und beobachteten Distanzen schwankt je nach der Größe des Winkels außerordentlich. Gleichwohl zeigt die Fehlerkurve, die ich mir auf karriertem Papier zeichnete, einen so regelmäßigen Verlauf und ist so sicher zu bestimmen, daß für jeden beliebigen Winkel der Fehler auf etwa 10″ genau daraus abgeleitet werden kann.

Ein Beispiel möge nun die Reduktion der mittleren Distanz auf die scheinbare zeigen.

Beobachtet wurde

Distanz α Orionis — β Orionis = 8° 36′ 0″.

Die beobachteten Kimmabstände der Sterne waren = 7° 6′ und 17° 11′, die Luft- und Wassertemperatur = + 26° C., der Barometerstand = 760 mm. Bringt man die Kimmtiefe von 5′ und den sehr großen, genähert bekannten Indexfehler von + 9° 58′ an die Kimmabstände an, so ergeben sich als scheinbare Höhen die Werte 16° 59′ und 27° 4′. Bezeichnen wir mit Z_1 und Z_2 die scheinbaren Zenitdistanzen und mit D den genäherten Wert der Distanz, so bestimmt man den Einfluß der Refraktion folgendermaßen:

Für die angegebenen scheinbaren Höhen sind bei einer Temperatur von + 26° C. und einem Barometerstande von 760 mm die Refraktionsbeträge $\Delta Z_1 = 178''$ und $\Delta Z_2 = 108''$.

$Z_1 = 73°\ 1'$	$\operatorname{cosec} Z_1 = 0{,}0194$		
$Z_2 = 62°\ 56'$		$\operatorname{cosec} Z_2 = 0{,}0504$	
$D = 18°\ 36'$	$\operatorname{cosec} D = 0{,}4963$	$\operatorname{cosec} D = 0{,}4963$	
$2s = 154°\ 33'$	$\log \Delta Z_1 = 2{,}2504$	$\log \Delta Z_2 = 2{,}0334$	
$s = 77°\ 17'$			
$s - Z_1 = 4°\ 16'$	$\sin(s - Z_1) = 8{,}8716$		
$s - Z_2 = 14°\ 21'$		$\sin(s - Z_2) = 9{,}3942$	
$s - D = 58°\ 41'$	$\sin(s - D) = 9{,}9316$	$\sin(s - D) = 9{,}9316$	
	$\log I = 1{,}5693$	$\log II = 1{,}9059$	
	$I = 37{,}1$	$II = 80{,}6$	

Einfluß der Refr. $= 2 \cdot I + 2 \cdot II - \Delta Z_1 - \Delta Z_2 = -51''$.

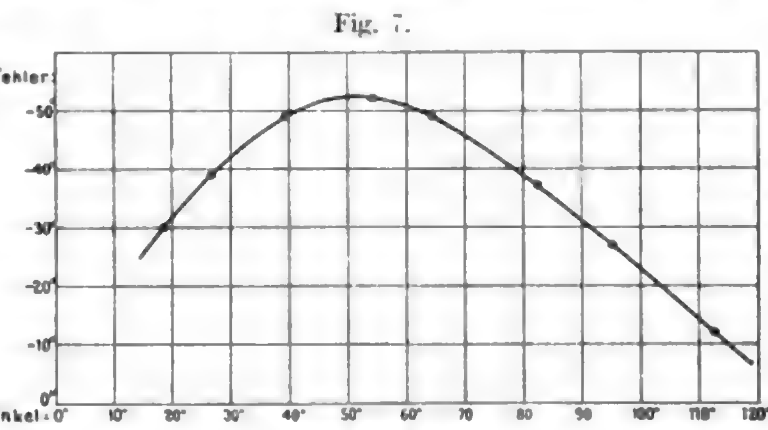
Die mittlere Distanz ist (Kolumne II) = 18° 36′ 20″, die Eigenbewegung kommt nicht in Betracht, ebenso ist die Änderung wegen Aberration (viertletzte Kolumne) gleich Null. Also:

mittl. Distanz	=	18°	36′	20″
E. B.	=			0″
Aberr.	=			0″
Refr.	=			− 51″
scheinb. Distanz	=	18°	35′	29″
beob. Distanz	=	8°	36′	0″
Instr. Fehler	=	+ 9°	59′	29″

In gleicher Weise findet man für die weiteren Distanzen der Reihe nach die Fehler + 9° 57′ 53″, + 9° 56′ 39″, + 9° 56′ 19″, + 9° 56′ 42″, + 9° 58′ 3″ und + 10° 0′ 21″. Um daraus graphisch die Fehler für beliebige andere Winkel ab-

zuleiten, zeichnet man eine Kurve, deren Ordinaten durch die gemessenen Winkel, deren Abszissen durch die abgeleiteten Fehler gebildet werden. Nach Ausführung dieser Kurve wird man sehen, daß man sogar mit einem so außergewöhnlich fehlerhaften Instrument, wie das war, von dem hier die Rede ist, genaue Beobachtungen machen kann, wenn man sich die Mühe macht, eine solche Fehlerkurve herzustellen. Die hier in Frage kommende Kurve ist leider wegen der großen Schwankungen der Fehler zu ausgedehnt, als daß sie hier veröffentlicht werden könnte. Um jedoch die Bildung der Kurve an einem Beispiel zeigen zu können, setze ich die durch Messung derselben Sternpaare erlangten Fehlerbestimmungen eines anderen Instrumentes hierher. Dieses etwas bessere Instrument hatte für die vorher zusammengestellten Distanzen der Reihe nach folgende Fehler: —30″, —39″, —49″, —52″, —49″, —37″ und —12″.

Fig. 7.



In Fig. 7 bedeuten die am unteren Rande stehenden Zahlen (Abszissen) die *Winkel* des Sextanten, die an den Seiten stehenden (Ordinaten) die den Winkeln entsprechenden Fehler. Die eingetragenen Kreise entsprechen den direkt aus der Beobachtung abgeleiteten Fehlern, die sie verbindende Kurve gibt die Fehler für die dazwischen liegenden Winkel. — Den gemessenen Distanzen entsprechend sind Kreise eingetragen bei der Abszisse 18° 36′ und der Ordinate —30″, dann bei der Abszisse 26° 30′ und der Ordinate —39″ usw. Für einen Winkel von 30° würden wir z. B. einen Fehler von —42″, für einen solchen von 95° einen Fehler von —27″ ablesen.

Kleinere Mitteilungen.

1. **Der Batticaloa-Orkan vom 9. März 1907.** Der Bezirk von Batticaloa an der Ostküste Ceylons wurde am 9. März von einem sehr heftigen Orkan heimgesucht, der zwar keine große Ausdehnung hatte, aber in der Bahnnähe und in der Umgebung der Küste arge Verheerungen anrichtete. Nach einem in der »Times of Ceylon« veröffentlichten Berichte des Gouverneurs erreichte er abends oder in der Nacht die Küste, beschränkte sich aber in seinen Verheerungen an Land auf die Ebene. Der Verlust an Menschenleben wird auf 47 angegeben, bei einer Gesamtzahl von 60 000 des Bezirks immerhin ein hoher Betrag. Besonders empfindlich war — abgesehen von den zerstörten Wohnungen und dem großen Verlust an Vieh — die Vernichtung der größeren Hälfte der Kokospalmen, anscheinend des Hauptreichtums des Bezirks. Nach den Angaben über die Ausdehnung des verwüsteten Gebietes in der Nord—Südrichtung zu schließen, 23 Sm, hat die Orkanmitte die Ostküste in 7.4° N-Br., 81.7° O-Lg. erreicht.

Aus den täglichen Indischen Wetterberichten und -Karten vom 9. und 10. März für 8h V. geht hervor, daß der Orkan aus östlicher Richtung kam. Da sie aber nur eine Beobachtung täglich enthalten, eben die um 8h V., und an der Ostküste Ceylons die Batticaloa zunächst liegende Station Trincomali in 8.5° N-Br. immerhin 70 Sm nördlich von der Orkanbahn blieb, enthalten die Wetterkarten und -Berichte vor und nach dem Orkan nur Andeutungen über ihn. In Trincomali wurde nämlich beobachtet um 8h V.:

	Wind	Barometer	Änderung in 24 Stunden	See
am 8. März	N 1	760.4 mm	0.2 mm	mäßig
9.	still	759.8	0.6 »	mäßig
10.	NO 2	759.1	0.7 »	furchtbar
11.	still	759.4	— 0.3 »	hoch

Der deutlichste Hinweis liegt hier in dem Bericht über die See am 10. und 11. Im täglichen Wetterbericht heißt es mit Bezug auf diese Gegend:
8. März. Kein Hinweis.

9. März. Der Luftdruck ist heute niedriger als gewöhnlich seewärts (östlich) von Ceylon und der Coromandel-Küste, und das Wetter ist gestört im südwestlichen Teil des Meerbusens; in Trincomali ist Regen gefallen und . . . .

10. März. Im Südwesten des Meerbusens (von Bengalen) ist das Wetter noch beträchtlich gestört; Regen ist gefallen in Trincomali und Negapatam; Trincomali meldet sehr hohe See.

11. März. Das Gebiet gestörten Wetters im Südwesten des Meerbusens von gestern hat sich in westlicher Richtung bewegt und anscheinend an Bedeutung verloren; es hat . . . . in Ceylon Regen gebracht.

Mehr als durch den Bericht von Trincomali erfahren wir durch das meteorologische Tagebuch des D. »Laeisz«, Kapt. Hillmann, geführt von den Herren Liedtke und Meiser. Der Dampfer hatte Padang an der Westküste Sumatras am 5. März früh verlassen, war am 6. von Süd- auf Nordbreite gelangt und setzte seine Fahrt nach Suez, zunächst in der Richtung auf die Südspitze von Ceylon, Dendra Head, fort.

Auszug aus dem meteorologischen Tagebuch des D. Laeisz.
März 1907.

Wind, Luftdruck, Wetter, Höhe des Seegangs, 24stündige Unterschiede des Luftdrucks.

	4h V.	8h V.	Mittag	4h N.	8h N.	12h N.
7. III.	WzN 4; 756.3 c, 2/3, —	WzN 4; 757.6 c, 2/3, —	WNW 2/3, 756.9 c, 1; 1.8° N; 90.6° O	WNW 2/3; 755.8 c, 1, — 0.3	WNW 3; 757.1 c, 1, — 0.1	W 4; 757.4 c, 2, — 0.2
8.	WSW 5; 756.5 c, 4, — 0.2	WSW 5; 757.6 c, 4, — 0.0	WSW 5/6; 757.1 c, 4, + 0.2, 3.4° N. 86.5° O	WSW 6; 756.8 c, 4, + 1.0	W 5; 757.1 c, 4, + 0.0	W 5/6; 757.5 c, 4, — 0.1
9.	W 5; 756.3 c, 4, — 0.2	SW 5/6; 757.1 c, 4, — 0.5	SW 7; 756.6 c, p, 5, — 0.5; 5.2° N. 82.0° O	WSW 7; 754.9 g, 5, — 1.9	WNW 7/8; 755.7 o, q, 6, — 1.4	NW 7/8; 755.7 o, 6, — 1.8
10.	NNW 7/8; 753.5 c, q, 5/6, — 2.8	NNW 7/8; 756.5 o, q, 6, — 0.6	N 7; 755.4 c, 5/6, — 1.2; 6.5° N. 77.4° O.	NNW 6; 754.4 c, 5, — 0.5	NNW 5; 756.2 c, 4, — 0.5	NNW 5; 756.3 g, 4, + 0.6

Bemerkungen. 8. III. 9h N.: p; Eintritt des ersten Regens.

9. III. 10h V.: NNO-Dünung zuerst beobachtet, bei Seegang aus SW, Stärke 5. Die 24stündigen Unterschiede im Luftdruck sind seit 4h V. negativ und nehmen bis nachmittags und abends beträchtlich zu. Die Windstärke steigt auf 7/8. 7h 34min N. peilte Dendra Head-Feuer N 21° O rw. 12 Sm ab, 9h 25min Point de Galle rw. N 17° O 11 Sm ab. Mit der Annäherung an die Südküste Ceylons ging also auch der Wind herum, von WSW nach WNW und schließlich NW. Seit 3h N. wurden wieder Regenschauer beobachtet, um Mitternacht Wetterleuchten in NO.

10. III. Bis 8h V. werden noch Regenböen mit Windstärke 8/9 gemeldet, aber mittags nimmt der Wind ab und das Wetter wird schön.

Der Eintritt des Dampfers in den Bereich der barometrischen Depression, in deren Mitte der Orkan wütete, läßt sich ziemlich genau gegen 6h V. am 9. III. angeben. Zu der Zeit erfolgte eine wesentliche Windänderung, von W 5 auf SW 5, Regenschauer setzten in der Nacht und am Morgen ein, und früh am 9. begann der entschiedene Barometerfall. Unter der Annahme einer Bahnrichtung nach WzN und einer stündlichen Geschwindigkeit von 7 1/2 Sm betrug damals der Abstand

des Dampfers von der Mitte 135 Sm, der sich bis 8h N. auf 120 Sm verringerte. Um 4h V. am 10., als der Luftdruck an Bord seinen tiefsten Stand mit 753.5 mm erreichte, hatte sich der innere, gefährliche Teil des Wirbels über dem Gebirge Ceylons schon aufgelöst.

Bemerkenswert ist die Jahreszeit, Anfang März, wo der NO-Monsun über dem größten Teil des Meerbusens noch herrscht, so daß vereinzelte Orkane dann nur an der Südgrenze des Monsuns, also in niedriger Breite, auftreten, wie hier in 7° N-Br., und ferner die geringe Ausdehnung und schnelle Auflösung des Orkans, sowie er das Bergland mit einer mittleren Höhe von 1600 m erreichte.

E. K.

2. **Eine Sturmbahn in der Nähe der Keelings-Inseln.** Der D. »Bülow«, Kapt. H. Formes, verließ am 22. Februar 1907 Colombo, nach Fremantle bestimmt, und erreichte am 26. mittags 9° 17′ S-Br., 92° 41′ O-Lg., am 27. 12.4° S-Br., 95.3° O-Lg. und am 28. 16° 33′ S-Br., 99° 23′ O-Lg. Südwestlich von den Keelings-Inseln, die in 12° S-Br., 97° O-Lg. liegen, machte der Dampfer eine Winddrehung von SSW über NW nach NNO bis zum Übergang in den Passat in SO durch, wobei die Windstärke aus den Richtungen SSW und NW 7 erreichte, das Barometer (auf 0° C.) um 3h N. am 27. bis auf 748.7 mm fiel und das Schiff »in der hohen, schweren Dünung beständig viel Wasser übernahm, so daß am 27. mittags bis 3h 30min N. in der durcheinanderlaufenden See die Fahrt vermindert werden mußte.« Vom 25. bis 26. mittags wurden 328, dagegen bis zum 27. nur 247 Sm und erst zum 28. Februar wieder 318 Sm zurückgelegt.

Da aus dieser Gegend wenig Sturmbeobachtungen vorliegen und es durchaus nicht unwahrscheinlich ist, daß sich die beobachtete barometrische Depression mit 748.7 mm vielleicht später weiterentwickelt oder in größerer Nähe der Mitte höhere Windstärken gehabt hat, sind die wichtigsten Beobachtungen in nebenstehender Figur dargestellt, mit der geschätzten Bahn des barometrischen Minimums, SWzW und 10 Sm die Stunde.

D. »Bülow«, Kapt. H. Formes, von Colombo nach Fremantle. Februar 1907.

Zur Vervollständigung folgen hier die Beobachtungen über Wetter und Seegang am 26. und 27. Februar:

Datum	4h V.	8h V.	Mittag	4h N.	8h N.	12h N.
26. II.	o, WSW 4-5	o r, SW 4	o, SW 4	o, SW 4	o, SW 4-5	o, SSW 5
27. »	o. SSW 6	o u q. SW 6	o u p. SW 6	o u, WSW 6/7	o, u. N 6	o u, NNO 6

Aus den Bemerkungen des Beobachters Herrn Preuß, IV. Offiziers, geht hervor, daß am 27. mittags die Fahrt vermindert wurde, »um das Zentrum passieren zu lassen«, und ferner »daß mangels astronomischer Beobachtungen am 27. nicht abgehalten werden konnte, weil der Abstand von den Keelings unbekannt war.«

E. K.

3. **Blitzschlag in das Schiff und dadurch veränderte Deviation.** Herr Kapt. K. Berg, S. S. »Rendsburg«, berichtet folgendes:

Am 9. Dezember 1907 in etwa 28° 30′ N-Br., 88° 55′ W-Lg., auf der Reise von Belize, B. H., nach New Orleans bei stürmischen Gewitterböen aus West von

viel Regen begleitet, schlug ein Blitz in den Blitzableiter des etwa 34 Fuß vor der Kommandobrücke stehenden Fockmastes. Es gab eine gewaltige Erschütterung im ganzen Schiff; gleich sah man eine kleine Rauchwolke über der Brücke, gewahrte dann, daß der Flaggenknopf mit Blitzableiter in den St-B.-Wanten hing, und der etwa 6 Fuß lange hölzerne Obermast vom Knopf bis auf den eisernen Mast an der Achterkante einen etwa 6 bis 9 Zoll tiefen und breiten Riß zeigte. Der Verbindungsdraht zwischen Blitzableiter und Mast war unmittelbar unter dem ersteren abgeschmolzen.

Beim Vergleichen der drei Kompasse Steuerkompaß (trocken), Peilkompaß (fluid), unterer Kompaß (trocken), welche bis jetzt alle drei überein und fast ohne Deviation auf allen Kursen waren, zeigte sich, daß sie jetzt stark voneinander abwichen. Während der Steuerkompaß NzW $^1/_2$W anlag, zeigte der Peilkompaß NNO, der untere Kompaß NOzN. (Der Peilkompaß steht hinter dem Steuerkompaß etwa 6 Fuß.)

Als die Sonne sich einmal zeigte, wurden am Peilkompaß bei Nordkurs 31.5° W Deviation gefunden. Ohne weitere Sonne, mit dieser Deviationsbestimmung rechnend, auf Wind und See achtend, zeitweilig lotend, gelangten wir in Hörweite des South Pass Feuerschiff und fuhren 4h 20min N. in den Paß hinein. — Am heutigen Tage, den Mississippi aufwärts dampfend, zeigte sich, daß auf den Kursen von NW—NzO, der Steuerkompaß 2 Strich nach links, der untere Kompaß 1 Strich nach rechts vom Peilkompaß abwich; der Peilkompaß hatte auf NW $^1/_4$W-Kurs 17° W Deviation und auf NzO $^1/_4$O 36.5° W Deviation.

4. **Luftspiegelung und Strahlenbrechung auf See.** Ein Bericht des II. Offiziers Herrn Friedrich Busch vom Dampfer »Ella Rickmers«, Kapitän Mierschala, von New York am 29. Juli 1906 an die Deutsche Seewarte gesandt, lautet: »Am 9. Juli 1906 auf der Reise von Bremerhaven nach New York auf etwa 41° 15′ N-Br. und 54° 0′ W-Lg. gegen 7h Morgens sah ich das Wasser in einer Entfernung von mehreren Seemeilen branden. Das Wetter war schön sichtig, die Sonne schien, die Kimm war deutlich zu sehen. Ich glaubte daher zuerst, eine Schar springender Fische zu beobachten, durch ein Glas mußte ich mich aber überzeugen, daß das Wasser voraus und an beiden Seiten voraus, soweit das Auge reichte, wirklich brandete. Als der Kapitän nach 15 Minuten auf die Brücke kam, waren wir dem Phänomen scheinbar näher gekommen. An Backbord voraus sah man jetzt deutlich eine flache, gelbliche Küste, an der das Wasser unaufhörlich brandete, während an Steuerbord man ein flaches, steilabfallendes Eisfeld, dessen Kante in der Sonne funkelte, zu erblicken glaubte. Auch hier brandete die See dagegen, so daß der Kapitän äußerte: „Es sieht wie eine steile Wand aus“ und nach einiger Zeit des Beobachtens den Kurs von WNW um 6 Strich nach SW ändern ließ. Über dieser steilen Eiswand lagerte eine Wolkenbank und darüber große, weiße geballte Wolken. Gegen 8h verschwand die Erscheinung allmählich recht voraus, etwas später auch an den Seiten. Die Wassertemperatur war von 4h bis zur Zeit der Erscheinung (also um 7h) von 19.8° auf 16.8° heruntergegangen, während die Lufttemperatur die gleiche blieb. Etwas nach 8h Vormittags setzte eine heftige Bö mit anhaltendem strömenden Regen aus westlicher Richtung ein, gegen Mittag klarte es ab und nachmittags hatten wir schönes Wetter. Ich glaube, daß dieses Phänomen eine Fata Morgana (Seeluftspiegelung) gewesen ist. Wahrscheinlich haben wir die Küste von Neufundland etwas nördlich von Kap Race gesehen.«

Nach einem Bericht des Kapitäns H. Bodmann vom Barkschiffe »Helios« wurde beobachtet am 20. Mai 1906 auf der Reise von Amsterdam nach Guayaquil auf 56° 27′ S-Br. und 65° 45′ W-Lg.,

	Barom.	Lufttemp.		Wind	Wasser	
8h V.	759.8	0.7°	bedeckt	SSW 3–2	−2.0	mehrere Eisberge
12h Mittag	760.5	−1.0		3–2	−1.5	

Kurs etwa rw. WzS.

Gleich nach Mittag sichtete man Land voraus und an beiden Seiten; Steuerleute und Matrosen waren überzeugt, wirkliches Land zu sehen. Deutlich

vermochte man Höhenzüge, sogar einzelne Bäume zu unterscheiden, und so überzeugend war die Erscheinung, daß Kapitän Bodmann das Schiff über den anderen Bug auf östlichen Kurs legte, um vorläufig, der Sicherheit halber, von diesem verwirrenden Phänomen wegzuliegen. Da nun aber nach der ziemlich gut festgestellten Position des Schiffes wirkliches Land gar nicht in Sicht kommen konnte und die Erscheinung nach und nach auch am östlichen Horizont auftrat, überzeugte sich der Kapitän von der Bramrah aus, daß es sich nur um eine Luftspiegelung handelte. Daraufhin wurde der westliche Kurs wieder aufgenommen. Die Erscheinung dauerte noch $2^1/_2$ Stunden an. Vergleiche hierüber »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 158 »Der Einfluß der irdischen Strahlenbrechung auf die Navigierung«. v. S.

5. **Südlicht im Stillen Ozean.** Der Führer des Bremer Vollschiffes »Wega«, Kapt. Fr. Maas, beobachtete auf einer Reise von Australien nach Europa in der Nacht vom 7. auf den 8. Februar 1907 in etwa 50.2° S-Br. und 171.3° O-Lg. ein farbenprächtiges Südlicht. Am 7. Februar hatte sehr schönes, klares Wetter geherrscht mit leichten nordwestlichen Winden, die gegen Abend bei dauernd hochstehendem Barometer auffrischten. Gegen 8^h N., als es anfing zu dunkeln, zeichnete sich der ganze südliche Himmel durch eine große Helle aus, so daß der Horizont überall deutlich gesehen werden konnte. Bis zu einer Höhe von etwa 40° war der Himmel im Süden mit ganz feinen cir-strat.-Wolken bedeckt, durch welche die Sterne nur matt hindurchblinkten. Von 11^h N. an bis um 1^h V. des 8. wurden andauernd schnell aufeinander folgende Lichtwellen beobachtet, die mit großer Schnelligkeit aus der cir-strat.-Bank aufschossen und sich am dunklen blauen Himmel in etwa 80° Höhe verloren. Das Phänomen war so großartig und erhaben, daß keiner der an Bord befindlichen Leute je etwas Gleichartiges gesehen zu haben sich erinnerte. Der Beobachter hatte den Eindruck, als wenn vom Südpol aus ein riesiger Scheinwerfer seine Strahlenbündel nach Norden zu werfe. Der Mond, der um $11^h 30^{min}$ N. aufging, war intensiv rot gefärbt und von einem scharf ausgeprägten Hof umgeben. Irgendwelche Veränderungen am Kompaß oder in der Temperatur sind nicht bemerkt worden.

6. **Die Erklärung der Mistpoeffers oder Nebelknalle.** Gelegentlich der Besprechung von Günther, Geographische Studien, im letzten Dezemberheft dieser Zeitschrift wurden die Erklärungsversuche für die dem Seemann als Mistpoeffers bekannten Nebelknalle berührt. Das Phänomen wurde schon früh beobachtet und beschrieben. Meist sind es dumpfe, kurzdauernde Knalle, die vielfach für fernen Geschützdonner gehalten werden, für den Kundigen sich jedoch von diesem scharf unterscheiden. Van den Broeck, der am eingehendsten die Frage studierte — sonst liegen unter anderem noch Abhandlungen von L. Weber, Sieger und Penck vor — gibt aber nach verschiedenen Beobachtern an, daß die Nebelknalle nicht allein den Gehörsinn beeinflussen, sondern auch das Nervensystem gleichsam erzittern machen. Nachrichten über Nebelknalle liegen von verschiedenen Teilen der Erdoberfläche vor, zeigen aber immerhin im allgemeinen eine Beschränkung auf Europa einerseits, Mittelamerika anderseits. Die Mehrzahl der Angaben stammt aus der Kanalgegend, dem Bodenseegebiet und seiner weiteren Umgebung, sowie neuerdings aus Italien. Damit fällt die im Referat erwähnte Erklärung Lieckfeldts, da, wie Günther richtig bemerkt, eine Deutung aus bestimmten Vorgängen bei der Nebelbildung überall das Auftreten der Mistpoeffers erwarten läßt, während sie eine beschränkte regionale Verbreitung zu haben scheinen. Ohne eine gemeinschaftliche Ursache aller Mistpoeffers und mistpoefferähnlichen Erscheinungen finden zu wollen, tritt Günther nach Prüfung der bisherigen Untersuchungen der Ansicht van den Broecks bei und glaubt, daß Massentransporte in und auf der Erde die Mehrzahl der Mistpoeffers bewirken.

Nun wird neuerdings von Gegenseite, die eine Deutung aus meteorologischen Vorgängen ableiten will, wieder darauf hingewiesen, daß auch die Umfrage van den Broecks (siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1897, S. 160ff.) zu wenig Material geliefert hat, um über die für die Erklärung äußerst wichtige geographische Verbreitung der Erscheinungen völlige Klarheit zu verschaffen. Palazzo, der

Direktor des italienischen geodynamischen Zentralinstituts, der beim Calabrischen Erdbeben gewisse Zusammenhänge zwischen mistpoefferähnlichen Geräuschen und geotektonischen Linien sieht, schlägt der Internationalen seismologischen Vereinigung vor, sich mit der Behandlung des Problems, d. h. zunächst auch mit der systematischen Anstellung und Sammlung der Beobachtungen zu befassen. Er selbst hat nach »Ciel et Terre« 1907, S. 430ff. in Italien eine Umfrage über die Nebelknalle — dort Brontidi genannt — angestellt und die Ergebnisse in Gemeinschaft mit Alippi kartographisch dargestellt, (»Boll. Soc. sismolog. ital.« Bd. XII, S. 3). Für die ganze Erde hätte also die Internationale Vereinigung ähnliches zu veranlassen.

Noch einen Schritt weiter geht der Belgier E. Lagrange gleichfalls in »Ciel et Terre«. Er knüpft an eine sehr auffallende Mistpoeffererscheinung am 29. August 1907 in der Nähe von Ostende. An diesem Tage traten abends zwischen 10 und 11 Uhr Geräusche auf, die durch aus großer Höhe fallende Körper verursacht schienen und Boden und Fensterscheiben erzittern machten. Gleichzeitig wurden auch an anderen Orten in der Nähe Mistpoeffers beobachtet, und A. Lagrange hat am 29. wie auch am 28. August mittags in Intervallen auftretende starke Mistpoeffers bemerkt, die aber nicht die geringste Bodenerschütterung verursachten.

Da nun die belgische Küste an und für sich eines der Hauptverbreitungsgebiete der Mistpoeffers ist, schlägt Lagrange die Schaffung einer Küstenstation vor, die, hauptsächlich seismologischen Forschungen dienend, ihr Augenmerk auch auf Mistpoeffererscheinungen richtet. Das wäre natürlich auch die gegebene Zentrale für die internationale Behandlung der ganzen Frage. Hier würden die Angaben gesammelt und verarbeitet werden, und zugleich auch an dem günstig gelegenen Orte Studien über die Begleiterscheinungen der Mistpoeffers, sowie vor allem Beobachtungen der gleichzeitigen atmosphärischen Zustände und Vorgänge angestellt werden.

Ob nun ein derartiges Institut gegründet oder auch nur eine internationale Vereinbarung getroffen wird oder nicht, auf jeden Fall ist die allgemeine Aufmerksamkeit der beteiligten Kreise von neuem auf die rätselhaften Mistpoeffers gelenkt und damit schon allein eine dankenswerte Tat geschehen. Denn gerade das Problem der Mistpoeffers zeigt, wie wenige andere, daß es da dem einzelnen unmöglich ist Aufklärung zu schaffen. Nur allgemeine Mitarbeit im weitesten Sinne kann zum Ziele führen, und es muß deshalb auch hauptsächlich an die Mitarbeiter zur See die Aufforderung gerichtet werden, jede in Betracht kommende Erscheinung sorgfältig zu beobachten und aufzuzeichnen. Der v. d. Broecksche Fragebogen legt großen Wert auf eine erschöpfende Schilderung des Ortes und Angabe der meteorologischen Elemente, eine Charakteristik des Tones und seiner Wirkung auf den Beobachter, die z. B. in Ohrensausen oder Zittern des Zwerchfelles bestehen kann, und endlich auf die Nebenerscheinungen, wie Beeinflussung der Magnetnadel, oder erdbebenartiger Vorgänge.

Dr. Rudolf Lütgens.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Reichs-Marine-Amt. **Segelhandbuch für Ceylon und die Malakkastraße.** Mit 93 Küstenansichten, davon 71 im Text und 22 auf 5 Tafeln. 8°. 612 S. Berlin 1907. In Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn. Geb. 4.50 *M.*

Das Segelhandbuch für Ceylon und die Malakkastraße beschreibt die Malediven, Lakediven, Ceylon, die Nikobaren, Andamanen und Coco-Inseln, die Inseln vor der Nordküste von Sumatra, die Nord- und Ostküste von Sumatra von Atjeh Hoofd bis zum Kampar-Fluß, die Westküste der Malaiischen Halbinsel von Salang (Junkseylon) bis nach Singapore sowie die Singapore-Straße bis zum Ausgange in das Südchinesische Meer. Der allgemeine Teil, der größtenteils von der Seewarte bearbeitet ist, gibt Anweisungen für den Seeweg von Aden über Colombo nach Singapore; mithin bildet das vorliegende Segelhandbuch für die Ostasienfahrt die Verbindung zwischen dem 1906 erschienenen Segel-

handbuch für das Rote Meer und den Golf von Aden und für das zur Zeit im Druck befindliche Segelhandbuch für das Südchinesische Meer.

Der Bearbeitung des Segelhandbuches sind die neuesten englischen und niederländischen Quellen zugrunde gelegt, die vielfach durch Fragebogen und Berichte von deutschen Kriegs- und Handelsschiffen sowie durch Konsulatsfragebogen ergänzt worden sind. Die Schreibweise der indischen, malaiischen und siamesischen Namen ist die auf den neuesten britischen und niederländischen Admiralitätskarten übliche.

Ball, Frederick M. A.: **Altitude tables** computed for intervals of four minutes between the parallels of latitude 31° and 60° and parallels of declination 0° and 24° designed for the determination of the position line at all hour angles without logarithmic computation. 8°. 241 S. J. D. Potter. London 1907. Preis 15 sh.

Während früher zur geographischen Ortsbestimmung auf See die strenge Berechnung der Länge und Breite aus den beobachteten Gestirnshöhen fast allein üblich war, hat sich in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts die Methode der Ortsbestimmung mit Hilfe der sogenannten Positionslinien mehr und mehr eingebürgert. Der große Vorzug, der in der einheitlichen Berechnung der Beobachtungen nach dieser Methode liegt, soll hier nicht weiter erörtert werden. Die eingehende Behandlung des Standlinienverfahrens in den neueren Lehrbüchern der Navigation beweist deutlich genug, welch hohen Wert man der Ortsbestimmung durch Standlinien beilegt. Das ursprüngliche Sumnersche Verfahren der Berechnung zweier Punkte der Standlinie wurde dann später dadurch vereinfacht, daß man nach dem Vorgange von Marcq St. Hilaire unter Ausnutzung des gegißten Bestecks nur einen Punkt der Standlinie und die rechtweisende Richtung der Linie in diesem Punkte bestimmte. Für die Berechnung der Höhe aus der gegißten Breite und dem mit der gegißten Länge gefundenen Stundenwinkel suchte man sich bald die rechnerisch bequemsten Formeln aus, welche bei möglichst geringem Zahlenaufwand die gesuchte Höhe mit hinreichender Genauigkeit lieferten. Für die Ermittlung der rechtweisenden Richtung der Standlinie bediente man sich entweder der bekannten Formeln zur Berechnung des Azimuts oder man entnahm diese aus den gebräuchlichen Azimuttafeln oder Diagrammen, die in den letzten Jahrzehnten erschienen sind. Daneben machte sich aber schon früher das Bestreben bemerkbar, die logarithmische Rechnung der Höhe durch Verwendung von sogenannten Höhentafeln zu vermeiden, aus denen man für bestimmte Werte der Breite, der Abweichung und des Stundenwinkels meist nach einigen Nebenrechnungen die fertige Höhe für den gegißten oder einen benachbarten Ort erhielt. Von diesen Tafeln sind namentlich die Tafeln von Souillagouët, Delafon und Fuss erwähnenswert; auch Lösungen des Höhenproblems durch Zeichnung sind mit mehr oder minder befriedigendem Ergebnis versucht worden. Kürzlich ist nun eine neue Höhentafel von Fr. Ball herausgegeben worden, die, wie Herr Navigationsschullehrer J. Krauß in dieser Zeitschrift 1907, Heft XII, auf Seite 568 u. ff. gezeigt hat, unter Benutzung der von ihm gegebenen Methode der Höhenberichtigung mit Hilfe der Gradtafel das Entnehmen der Höhe für den gegißten Ort mit so geringer Mühe ermöglicht, daß man erwarten darf, diese Tafel werde sich bald Freunde in den seemännischen Kreisen erwerben.

Aus diesem Grunde erscheint es angebracht, die Ballschen Tafeln hier kurz zu besprechen. Die Einrichtung der genannten Tafeln ist so getroffen, daß man für jeden vollen Breitengrad zwischen 31° und 60° und für jeden vollen Grad der Abweichung von 0° bis 24° sowie für jede vierte Zeitminute des Stundenwinkels die Höhen bis auf zehntel Bogenminuten fertig gerechnet entnehmen kann, und da man Abweichung und Breite beim Eingang in die Tafel miteinander vertauschen kann, so gelten die Tafeln auch für Breiten von 0° bis 24° und Abweichungen von 30° bis 60°. Der Verfasser beabsichtigt ferner, in nächster Zeit eine zweite Tafel zu veröffentlichen, die für die Breiten von 0° bis 30° berechnet ist. Da die Tafeln nur für volle Grade der Breite und Abweichung und von 4 zu 4 Minuten des Stundenwinkels die Höhen zu entnehmen gestatten, so müssen im allgemeinen drei Verbesserungen an die aus den Tafeln gefundenen Höhen angebracht werden, um die Höhen für den gegißten Schiffsort zu erhalten. Um dies etwas umständliche Verfahren zu vereinfachen, schreibt der Verfasser vor, nur die Tafelhöhen für die Minuten der Abweichung der Gestirne zu verbessern und im übrigen statt des gegißten Schiffsortes einen auf volle Grade in Breite und Länge abgerundeten Ort anzunehmen, durch den die Positionslinie gelegt wird. Bequemer scheint hier aber unbedingt das von Herrn J. Krauß vorgeschlagene Verfahren, das auch rechnerisch überaus einfach ist und volle Ausnutzung des gegißten Bestecks erlaubt. Zur leichteren Verbesserung der aus der Tafel entnommenen Höhe für die Minuten der Abweichung gibt Ball eine dreistellige Tafel der Proportionallogarithmen, die nur eine Seite umfaßt und daher für den Gebrauch sehr bequem ist und jedenfalls den anderen 8 Seiten umfassenden Tafeln zum Einschalten in den meisten Fällen vorzuziehen sein dürfte.

Die Höhentafeln von Ball können aber auch noch mit Vorteil zur Lösung anderer Aufgaben der Nautik benutzt werden, von denen die Bestimmung des Azimuts als besonders wertvoll hervorgehoben zu werden verdient, wodurch die Verwendung einer besonderen Azimuttafel neben der Höhentafel überflüssig wird. Kennt man nämlich für einen bestimmten Stundenwinkel die Höhenänderung, die z. B. einem Grad Breitenänderung entspricht, so ist der Quotient aus Höhenänderung durch Breitenänderung gleich dem Kosinus des Azimuts; anderseits ist der Sinus des Azimuts $= \frac{\Delta h \cdot \sec \varphi}{120}$, wenn mit Δh die Höhenänderung in 8 Zeitminuten bezeichnet wird. Diese allen Nautikern wohlbekannten Beziehungen verwertet der Verfasser, um aus seinen Höhentafeln unter Benutzung dreier Täfelchen, die zusammen nur eine Seite einnehmen, die rechtweisende Peilung des Gestirns zu finden. An mehreren Beispielen wird gezeigt, wie man die Höhen und die Azimute aus den Tafeln für die verschiedensten Fälle der Praxis zu entnehmen hat, so daß es nur geringe Mühe verursacht, sich mit

dem Gebrauch der Tafeln vertraut zu machen. Da ferner für die Richtigkeit des Zahlendrucks alle Sorgfalt verwendet ist und auch der Preis des gut ausgestatteten Buches nicht allzu hoch ist, so darf man hoffen, daß die sehr übersichtlichen Tafeln auch bei deutschen Seeleuten Eingang finden werden.
Sk.

Nautische Bibliothek, herausgegeben von Prof. Dr. Bolte, Direktor der Navigationsschule in Hamburg. Band 1 bis 3. Berlin 1907, Konrad W. Mecklenburg. Preis des Bandes in Leinwand gebunden 1.50 M.

Die Nautische Bibliothek hat sich die Aufgabe gestellt, in einzelnen in sich abgeschlossenen Bändchen von 100 bis 130 Seiten das Bedürfnis nach anregender Orientierung über die in der geistigen und praktischen Interessensphäre einen stetig zunehmenden Raum beanspruchenden nautischen Gebiete zu befriedigen.

Aufklärung über alle Fragen auf nautischem Gebiete ist in der Tat noch dringend nötig, besonders im Binnenlande, obgleich durch die Bemühungen des Flottenvereins und durch zahlreiche Schriften in den letzten Jahren schon manches erreicht worden ist. Die Verhältnisse des seemännischen Berufes sind dem Binnenländer meist vollständig unbekannt. Die Folge ist, daß sich viele junge Leute unter ganz falschen Voraussetzungen zu diesem Beruf entschließen, den sie sonst wohl gemieden hätten und in dem sie ihre hochgespannten Erwartungen bald grausam getäuscht finden, oder daß sie beim Eintritt in den Beruf gewissenlosen Stellenvermittlern in die Hände fallen und gründlich ausgebeutet werden.

Hier greifen die vorliegenden drei ersten Bände der Nautischen Bibliothek ein, die die Verhältnisse des seemännischen Berufs unter besonderer Berücksichtigung der Laufbahn des Schiffsoffiziers der deutschen Handelsflotte schildern. Sie machen mit den Anforderungen dieses Berufes bekannt, zeigen die Aussichten, die er bietet, und weisen seelustigen jungen Leuten sowie deren Eltern und Vormündern den besten Weg zum Eintritt in den Beruf. Für absolute Zuverlässigkeit bietet die Person des Herausgebers, dem sachkundige Mitarbeiter von Ruf zur Seite stehen, sichere Gewähr.

Band 1: Der Beruf des Schiffsoffiziers in der Handelsmarine von Prof. Dr. Bolte, behandelt die Anforderungen des seemännischen Berufes, die Dienstzeit bis zum Besuch der Navigationsschule, den Besuch der Navigationsschule und die Prüfung zum Seesteuermann, die Militärverhältnisse der Seeleute, die Fahrzeit als Schiffsoffizier bis zur Schifferprüfung, die Prüfung zum Schiffer auf großer Fahrt sowie die verschiedenen Wege des Eintritts in den seemännischen Beruf. Im Anhang sind die wichtigsten Vorschriften der Seemannsordnung sowie einige andere gesetzliche Bestimmungen gegeben.

Band 2: Schiffsjungendienst, von Kapitän G. Reinicke, Assistent der Deutschen Seewarte in Hamburg, führt den angehenden Seemann in den Dienst an Bord und in die Anfangsgründe der Seemannschaft ein. In der Schilderung einer Segelschiffsreise nach Australien und zurück, die vom ersten bis zum letzten Tag eine fesselnde Lektüre bildet, wird das tägliche Leben an Bord und besonders der Schiffsjungendienst unter den verschiedensten Umständen, bei gutem und bei schlechtem Wetter, veranschaulicht. Selbst der alte Seemann wird das Büchlein, das für den Laien in nie langweiliger Form eine Fülle von Belehrung bietet, gern zur Hand nehmen und sich von ihm an seine eigne Schiffsjungenzeit erinnern lassen. Verschiedene gut ausgeführte Skizzen im Text erleichtern das Verständnis für die Takelung eines Segelschiffes.

Band 3: Elementare Schiffahrtkunde, von Prof. Dr. Bolte, soll bei jungen Seeleuten, die sich zu Schiffsoffizieren ausbilden wollen, und bei gebildeten Laien Interesse und Verständnis für die Aufgaben der Schiffsführung erwecken. Im ersten Abschnitt werden die wichtigsten technischen Ausdrücke erklärt. Dann führt der Verfasser den Leser an Bord eines von Hamburg auslaufenden Schiffes und begleitet ihn auf der Fahrt durch die Nordsee. Die Flußfahrt bis nach Cuxhaven bietet eine gute Gelegenheit, auf die Gezeiten, Seezeichen und die Seestraßenordnung einzugehen. Der folgende Abschnitt bereitet auf die Küstenschiffahrt vor und erklärt die Handhabung von Karte, Kompaß, Log und Lot. Bei der Eintragung des Abfahrtsortes in die Karte werden die wichtigeren Methoden der Ortsbestimmung nach Landmarken erläutert. Dann wird der Kurs abgesetzt und die Besteckrechnung besprochen. Das Schiff hat nun allmählich das Land aus Sicht verloren und ist zur Ortsbestimmung auf astronomische Beobachtungen angewiesen. Eine kurze Beschreibung des Sextanten und seiner Handhabung und die Erläuterung der Grundbegriffe der mathematischen Geographie setzen den Leser instand, die zur Breitenbestimmung nötigen Kimmabstände zu messen und zu verbessern. Der Schlußabschnitt bringt die Berechnung der Meridianbreite. Mathematische Vorkenntnisse sind zum Verständnis der vorgetragenen Methoden nicht erforderlich. Für Leser, die ebene Trigonometrie kennen, sind im Anhange mathematische Ableitungen und Entwicklungen gegeben, die ein tieferes Eindringen in das Wesen der Ortsbestimmung ermöglichen und auf die ausführlichen Lehrbücher vorbereiten. Den Schluß bilden die für die Rechnungen notwendigen Tafeln.
J. Hr.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Ufficio Centrale di Meteorol. e Geodinam. Roma: *Cinquième conférence de la commission internat. pour l'aérostation scientifique à Milan du 30 Sept. au 7 Octob. 1906. Procès-verbaux des séances et mémoires.* 8°. XIV, 113 p. Straßburg 1907. Du Mont Schauberg.

Meeres- und Gewässerkunde.

Department of Marine and Fisheries, Canada: *Tide tables for the eastern coasts of Canada for the year 1908.* 8°. 49 p. Ottawa 1907. Government Printing Office.

Reisen und Expeditionen.

Bellot, R.: *Journal d'un voyage aux mers polaires.* 8°. Oxford. Modern French Series Clarendon Press. 2 sh. 6 d.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Repsold, J. A.: *Zur Geschichte der astronomischen Meßwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach. 1450 bis 1830.* Fol. 132 S. m. 171 Abbildg. Leipzig 1908. W. Engelmann. 16,00 *M.*

Terrestrische und astronomische Navigation.

Vital, Dir. Art.: *Corso di navigazione geodetica ad uso della scuole nautiche.* 8°. IV, 144 p. Triest 1908. F. H. Schimpff. 5,00 *M.*

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Brit. Admiralty: *Australia Directory. Vol. I. 10th edit.* 8°. London 1908. J. D. Potter. 4 sh. 6d.

Ministerie van Marine, 's-Gravenhage: *Zeemansgids voor den Oost-Indischen Archipel. Deel V. Sermata-, Tanimbar-, Kei- en Aroe-Eilanden; Molukken en Nederlandsch Nieuw-Guinea.* 8°. 1. Bd. Text: XXI, 370 p. 2. Bd. Landverkenningen 57 p. 's-Gravenhage 1908. Monton & Cp. 2 u. 0,75 fl.

—: *Lichtenlijst van het Koninkrijk der Nederlanden en de Koloniën. 1908.* 8°. 123 p. 's-Gravenhage 1908. Bock- & Handelsdrukkerij. 0,50 fl.

Hydrograph. Amt der K. K. Kriegsmarine, Pola: *Verzeichnis der Leuchtfeuer und Semaphorstationen im Adriatischen Meere für das Jahr 1908.* 8°. 158 S. Pola 1908. Jos. Kompotič. 2 Kr.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Henderson, W.: *Seamanship. Illustr. details of ship construction.* By E. H. Mitchell. 8°. 662 p. Simpkin. 21 sh.

Haentjens, P., und Techow, A.: »*Yachtsegeln*«. *Eine Anleitung zum Ankauf, zur Instandhaltung und zum Segeln von kleinen Booten und Yachten.* Herausgegeb. v. d. Redaktion »Die Yacht«. 8°. 284 S. Illustr. Berlin 1908. Wedekind & Comp. Gebd. 5,00 *M.*

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Bestimmungen üb. d. Statistik der Seeschiffahrt. Vom 27. VI. 1907. (Aus: Zentralbl. f. d. Deutsche Reich«. Anh. zu Nr. 31). 8°. 28 S. Berlin 1907. C. Heymann. 0,60 *M.*

Verschiedenes.

Ministerio da Marinha. Rio de Janeiro: *Regulamento para as escolas de aprendices marinheiros approvado pelo decreto n. 6582 de 1 de Agosto de 1907.* 8°. 19 p. Rio de Janeiro 1907. Imprensa Nacional.

Lutz, Kapt.: *Unsere Flotte.* Mit 4 Farben- und vielen Schwarzdr. Bildern. 3. Aufl. 8°. IV, 128 S. Potsdam 1907. A. Stein. Gebd. 2,00 *M.*

—: —. Ein Volksbuch f. Jung u. Alt. 4. verb. Aufl., illustr. 8°. 128 S. Ebenda.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Über periodische Schwankungen der Windrichtungen. H. Sadewasser. »Wetter« 1907, Nr. 12.

De l'influence de la lune sur la vitesse du vent aux sommets du Saentis, du Sonnenblick et du Pike's Peak. M. H. Arctowski. »Bullet. Soc. Belge d'Astron.« 1907, No. 12.

On atmospheric currents at very great altitudes. C. C. Trowbridge. »Washington Monthly Weather Rev.« 1907 Sept.

Zur Erklärung der großen Temperaturumkehr in der oberen Atmosphäre. J. Fényi. »Gäa« 1908, Febr.

Örtliches Windminimum, unterer und oberer Wind. Beiträge z. Physik d. fr. Atmosph. II. Bd. 4. Heft.

Nachtrag zum »Eve«-Taifun 1870. A. Schück. Verhandl. Verein f. naturw. Unterhaltung, Hamburg; Bd. XIII.

Rain-producing east winds and their influence on the summer of 1907. R. Richardson. »Journ. Scott. Met. Soc.« Vol. XIV.

La relation du centre de la dépression avec la ligne de grain. M. E. Durand-Greville. Annuaire Soc. Météorol. d. France 1907, Novemb.

Thunderstorms at the Ben Nevis Observatories and on the Scottish Coasts. H. Bell. Journ. Scott. Met. Soc. Vol. XIV.

Über Schätzung der Bewölkungsgrade. E. Leyst. Bull. des Natural. de Moscou 1906, Nr. 3 u. 4.

The christmas snowstorm of 1906 in eastern Europe. Symons's Meteorol. Magaz. 1908 Jan.

The Daily Weather Report. R. G. K. Lempfert. »Journ. Scott. Met. Soc.« Vol. XIV.
Altes und Neues vom Regenbogen. Momber. »Schriften d. Naturf. Gesellsch. Danzig« N. F. XII. 1.
Höfe um Sonne und Mond in Rußland. E. Leyst. »Bull. des Natural. de Moscou« 1906 No. 182.
La glaciation antarctique d'après les récentes expéditions. Ch. Rabot. »La Géographie« 1907 Decemb. 15.
Electric waves in the service of meteorology. »Scient. Americ.« Suppl. 1907, Decb. 14.
Die Technik der Pilotballonaufstiege. A. de Quervain. »Illustr. Aeronaut. Mittl.« 1907, Dez.
Rapport présenté, au nom de la Section de Géographie et Navigation, au sujet d'un voeu émis par la Société de Géographie de Paris, relativement aux dépêches météorologiques d'Islande. Bouquet de la Grye. »Comptes Rendus« T. CXLVI No. 1.
International Meteorology. A. Schuster. »Washington Monthly Weather Rev.« 1907 Sept.
Die Beurteilung der Wettervorhersage. A. Hecker. »Gäa« 1908 Febr.
Wissenschaftliche Ballonfahrten und Wetterprognose. Bamler. »Illustr. Aeronaut. Mitteil.« 1908 Nr. 2.
Weather witticisms. W. Allingham. »Naut. Magaz.« 1908 No. 1.

Meeres- und Gewässerkunde.

De bepalingen van het zoutgehalte van het zeewater te Helder, Lemmer, Urk en Marken. W. E. Ringer. »Mededeeling. Visscherij« 1907, Dezemb.
Etude d'une série d'échantillons d'eau de mer récoltés dans la Manche. A. Chevalier. »Comptes Rendus« T. CXLVI No. 1.
Étude d'un fond marin côtier provenant de la Manche. M. J. Thoulet. »Comptes Rendus« T. CXLV No. 24.
On the secondary undulations of oceanic tides. K. Honda, T. Terada and D. Isitani. »Philosoph. Magaz.« 1908 Jan.
Current-measurements in Norwegian Fiords, the Norwegian Sea and the North Sea in 1906. B. Helland-Hansen. »Bergens Museums Aarbog« 1907 No. 15.
Campagne scientifique de la »Princesse-Alice« 1907. Liste des stations. »Bullet. d. l'Instit. Océanogr. Monaco« No. 106.
Die russischen hydrographischen Arbeiten im Stillen Ozean von 1898 bis 1904. (Russisch.) Oberst M. Schdanko. »Morskoi Sbornik« 1907 November.

Reisen und Expeditionen.

Dalle Antille alle Guiane e all'Amazzonia, note intorno al viaggio della R. Nave »Dogali« dal febbraio 1904 al luglio 1905, del comandante, capitano di fregata »Gregorio Ronca«. (Contin.) »Bollet. Soc. Geogr. Ital.« 1908 Gennaio.
Die Expedition zur Jenissei-Mündung im Jahre 1905 und die Bedeutung der staatlichen Jenissei-Flotille. H. Toepfer. »Geogr. Ztschr.« 1907 No. 12.
Nearest the pole: A review. »Scottish Geogr. Magaz.« 1908 No. 1.

Fischerei und Fauna.

Over rationeele exploitatie van vischwater. H. C. Redeke. (Slot.) »Mededeeling. Visscherij« 1907 Dezemb.
Das Beutelnetz. »Mittlg. d. Dtsch. Seefisch. Ver.« 1907 Nr. 12.
Versuche mit gezeichneten Flundern oder Elbbutt. »Mittlg. d. Dtsch. Seefisch. Ver.« 1907 Nr. 12.
Rapport sur les procédés de pêche de la sardine en Espagne et en Portugal. Fabre Domergue & Potigny. »Revue Marit.« 1907 Decemb.
Rapport sur le fonctionnement du service scientifique des pêches pendant l'année 1906. Fabre Domergue. »Revue Marit.« 1907 Decemb.
Notes préliminaires sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France. — L'embouchure de la Loire, la Baie de Bourgneuf et les côtes de Vendée. J. Guérin-Ganivet. »Bullet. d. l'Instit. Océanogr. Monaco« No. 105.
Première note préliminaire sur les polychètes provenant des campagnes de »L'Hirondelle« et de la »Princess-Alice«, ou déposées dans le Musée Océanographique de Monaco. P. Fauvel. »Bullet. d. l'Instit. Océanogr. Monaco« No. 107.
Quelques observations biologiques et expériences sur la »Faune des bords de curette«. M. Oxner. »Bullet. d. l'Instit. Océanogr. Monaco« No. 108.

Physik.

Über den Luftwiderstand. A. Becker. »Annal. d. Physik« 1907 Nr. 15.
On the thermally excited vibrations of an atmosphere. C. V. Burton. »Philosoph. Magaz.« 1908 Jan.
Der Beiwert k in der Formel $w = k\gamma \cdot F \frac{v^2}{2g}$ für den Wasserwiderstand bewegter, plattenförmiger und prismatischer Körper. H. Engels & Fr. Gebers. »Schiffbau« 1907 Dezemb. 25.
Über große Schwingungen im widerstehenden Mittel und ihre Anwendung zur Bestimmung des Luftwiderstandes. Zimmermann. »Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Berlin« 1907 Nr. 49.
Het zien van den boden en van voorwerpen onder water uit de luchtballon. G. F. Tydeman. »Marineblad« 1907 Dez. 20.
Influence de la lumière ambiante sur la vision des signaux de nuit de la marine. A. Broca et Polack. »Comptes Rendus« T. CXLV No. 24.

A color screen color meter. Fr. J. Ives. Journ. Franklin Inst. 1907 Decemb.
Méthodes nouvelles et précises de mesure de la déviation des compas à bord des navires. M. Ripoll. »Revue Marit.« 1907 Decemb.
Rest-Deviationen. »Mitteil. Gebiet d. Seewesens« 1908 Nr. 1.
The spectrum of the aurora borealis. W. Marschall. »Washington, Monthly Weather Rev.« 1907 Septemb.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

An artificial horizon for sextants. »Scient. Americ.« 1907 Decemb. 21.
L'évolution de la chronométrie de marine. L. Reverchon. »La Nature« 1908 Janvier 5.
Concours de montres pour torpilleurs à l'observatoire de Washington du 10 Janvier au 11 Juin 1906. »Journ. Suisse d'Horlog.« 1908 Janvier.
Opmerkingen betreffende vloeistofkompassen en scheepseinlantaarns. S. Mars. »Zee« 1908 Nr. 1.
Sur un compas électromagnétique particulièrement propre aux blockhaus cuirassés et aux sous-marins. »Comptes Rendus« T. CXLV Nr. 24.
Sur la compensation d'un compas électromagnétique pour blockhaus cuirassés et pour sous-marins. L. Dunoyer. Ebenda Nr. 26.
Zur Geschichte des Kompasses bei den Arabern. E. Wiedemann. »Verhandl. Dtsch. Physik. Gesellsch.« 1907 Nr. 24.
Hartigs Patentlot. »Hansa« 1908 Nr. 4.
Signal lights for breeches buoys. »Scient. Americ.« 1908 Jan. 4.

Terrestrische und astronomische Navigation.

Zur »Änderung des Nautischen Jahrbuchs«. A. Wedemeyer. »Hansa« 1907 Nr. 52.
Star-finding-diagram. A. Rust. »Proceed. U. S. Naval Instit.« 1907 Nr. 4.
Navigating without horizon. Bradley. »Scient. Americ.« Suppl. 1907 Decemb. 28.
Observaciones de alturas en la mar sin horizonte visible. R. Estrada. »Revista Gen. d. Marina« 1907 Diciemb.
Resolução nomographica do triangulo de posição. »Rev. Marit. Brazil« 1907 Nov.
Die Gleichung und der Verlauf der Bildkurve p_1 pp_2 eines Größtenkreisbogens in Mercators Projektion. O. Schreiber. »Zeitschr. f. Vermwesen.« 1908 Nr. 1.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Oude instructie voor het aandoen en bevaren van het Kanaal. »Zee« 1908 Nr. 1.
Gefahren, die dem Hafen und der Stadt Batum drohen. »Archiv f. Post u. Telegr.« 1908 Nr. 1.
The Amazone River, its tributaries and its ports. J. Bain. »Naut. Magaz.« 1908 Nr. 1.
Powers of the port officer. An incident in modern harbour management. W. H. Hood. »Naut. Magaz.« 1908 Nr. 1.
Die Cumberland Bay in Südgeorgien. A. Szielasko. »Peterm. Mittlg.« 1907 Nr. XII.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Signaux phoniques sous-marins. M. Frantz Legrand. »Revue Marit.« 1907 Decemb.
Electricity and navigation. I. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 Nr. 1.
Electriciteit als beweegkracht voor groote stoomschepen. »Zee« 1908 No. 1.
Gyroscoop van Schlick. Ebenda.
Vollaufen und Angrundkommen des Schnelldampfers »Kaiser Wilhelm II«. »Hansa« 1908 Nr. 1.
Strandung des Dampfers »Sesostris« auf der Reede von Ocos. »Hansa« 1908 Nr. 3.
Der Aufschwung der deutschen Seeschiffahrt durch Dampferbetrieb. M. Lindemann. »Geograph. Blätter—Bremen« XXX, Heft 2/3.
Das 3000jährige Alter der nordisch-germanischen Schiffahrt. H. Muchau. »Flotte« 1908 Nr. 1.
Der Österreichische Lloyd und seine Fahrten. E. Gallina. »Mitt. d. Geogr. Gesellsch. Wien« 1907, Bd. 50, Nr. 10/11.
Le centenaire de la navigation à vapeur et l'exposition maritime de Bordeaux. »Annales Instit. Colon. Bordeaux« 1907, Juin à Août.
Lo sviluppo marittimo nel secolo XIX. »Rivista Maritt.« 1907 Dicemb. (Beiheft).
Some famous old ships. H. Owen. »Naut. Magaz.« 1908 Nr. 1.
Die Motorversuche des Deutschen Seefischerei-Vereins. »Mittlg. d. Dtsch. Seefisch. Ver.« 1907 Nr. 12.
Jets over turbines. »Zee« 1908 No. 1.

Handelsgeographie und Statistik.

Die Seeschiffahrt im Jahre 1907. B. Huldermann. (Fortsetz.) »Hansa« 1907 Nr. 52 u. 1908, Nr. 1, 2 und 3.
Bestand der deutschen Kauffahrteischiffe am 1. Jan. 1907. »Vierteljahrhefte zur Statistik des Deutschen Reiches« 1907, Heft 4.
La navigazioni nei porti italiani negli anni 1904—1905. A. Teso. »Rivista Maritt.« 1907 Dicemb.
Schiffbau im Jahre 1906. »Dtsch. Handels-Arch.« 1907, Dezemb.
Handel und Schiffahrt in Hamburg 1906 und Columbien 1906. Ebenda.
Schiffsverkehr im Jahre 1906: in Cartagena, Helsingfors, Marseille, Messina, Rotterdam, Dardanellen, Kobe, Tschanak und Jacmel. Ebenda.

Schiffsunfälle an der deutschen Küste 1906. Vierteljahrhefte z. Statist. d. Dtsch. Reiches 1907. Heft 4.
Verunglückungen (Verluste) deutscher Seeschiffe 1905 und 1906. Ebenda.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Entscheidung des Reichsgerichts. Kann ein ganzes Schiff Frachtgut sein? »Hansa« 1908 Nr. 2.
— *Schiffszusammenstoß mit beiderseitigem Verschulden. Grundsätze für die Verteilung des Schadens.* »Hansa« 1908 Nr. 3.
— *Schuldbeweis in bezug auf die toplastige Beladung einer Schute.* »Hansa« 1908 Nr. 4.
Schwedische Freihafen-Verordnung. »Hansa« 1908 Nr. 3.

Verschiedenes.

Admiral Sir Leopold M'Clintock. Cl. R. Markham. »Geogr. Journl.« 1908 January.
Über die Natur der Polarländer. (Schluß.) O. Nordenskjöld. »Geogr. Ztschr.« 1907 Nr. 12.
Leuchtfeuer und Leuchttürme mit besonderer Rücksicht auf Nordwest-Deutschland. M. Lindemann. »Geograph. Blätter-Bremen« XXX. Heft 4.
Neuer Schiffahrts- und Postvertrag des Österreichischen Lloyd. »Archiv Post u. Telegr.« 1908 Nr. 1.
La couleur des navires de guerre. »Le Yacht« 1907 Decemb. 28.
Limits of deep-sea diving. »Scient. Americ. Suppl.« 1907 Decemb. 21.
Training the sea apprentice. »Naut. Magaz.« 1908 Nr. 1.

Die Witterung an der deutschen Küste im Dezember 1907.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers	Luftdruck, 700 mm +: Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.: Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C: 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min. < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum . . . . . 10.4 m	57.7	2.5	75.3	17.	27.5	14.	3.0	3.9	3.4	3.3	+ 1.0	7	5
Wilhelmshaven . 8.5	58.3	− 2.3	76.3	17.	29.0	14.	2.3	3.5	3.0	2.8	+ 1.2	10	5
Keitum 11.3	58.1	— 1.0	76.2	17.	32.3	14.	2.2	2.8	2.2	2.3	+ 0.5	10	6
Hamburg 26.0	57.7	− 3.1	75.4	17.	31.1	14.	2.2	3.0	2.5	2.5	+ 1.5	10	5
Kiel 47.2	58.6	1.6	76.7	17.	32.0	14.	1.7	2.4	1.9	1.9	+ 1.1	14	5
Wustrow 7.0	59.2	− 1.1	76.9	17.	35.1	14.	1.1	2.1	1.3	1.4	+ 0.4	16	[illegible]
Swinemünde. . . 10.05	59.3	1.8	76.3	17.	36.6	14.	0.6	1.6	1.0	0.9	+ 0.5	17	[illegible]
Rügenwaldermünde 4.0	60.1	− 1.0	76.6	17.	40.4	14.	0.4	0.8	0.4	0.2	0.5	19	7
Neufahrwasser . . 4.5	60.3	− 0.8	77.6	17.	43.4	14.	− 1.3	— 0.8	− 1.5	— 1.3	— 0.8	23	11
Memel 4.0	61.1	− 0.7	77.5	17.	46.8	14.	6.0	4.5	5.2	— 5.4	4.3	26	15

Stat.	Temperatur-Extreme: Mittl. tägl. Max.	Mittl. tägl. Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag: 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit: Absolute, Mittl. mm	Relative, %: 8h V	2h N	8h N	Bewölkung: 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	4.9	2.1	8.9	8.	-5.1	28.	2.1	1.8	1.6	5.5	93	92	93	8.2	7.7	7.1	7.7	+0.2
Wilh.	4.6	1.1	10.3	8.	7.0	28.	2.7	1.8	2.0	5.3	92	89	91	8.3	8.7	7.4	8.1	−0.6
Keit.	5.2	1.1	8.8	8., 21., 24.	−6.0	31.	2.0	1.8	1.7	5.2	93	93	92	8.5	8.4	7.5	8.2	−0.2
Ham.	4.5	1.0	9.6	8., 11.	7.0	28.	2.1	1.8	1.8	5.2	92	91	92	9.4	9.4	7.2	8.6	0.6
Kiel	3.6	0.3	8.3	21.	− 6.0	31.	2.0	1.8	1.8	4.9	91	90	91	8.9	8.8	7.5	8.4	−0.4
Wus.	3.7	0.2	7.7	11.	—4.4	27.	2.0	1.9	1.7	4.8	93	91	92	9.7	9.3	9.1	9.4	−1.1
Swin.	3.1	0.8	8.2	21.	− 9.0	27.	2.3	2.1	2.2	4.5	90	86	89	9.3	8.8	8.7	9.0	−0.2
Rüg.	2.1	1.8	6.6	21.	10.1	28.	2.7	2.3	2.6	4.4	94	89	95	8.8	8.6	8.6	8.6	+0.5
Neuf.	1.1	3.4	6.4	11.	11.9	27.	3.1	2.5	3.0	3.9	91	88	91	9.2	8.4	7.9	8.5	−0.4
Mem.	—2.1	− 8.1	6.6	11.	22.8	27.	4.6	3.6	4.0	3.2	94	91	92	9.0	8.9	8.1	8.6	−0.2

[1] Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
	8a V–8a N	8a N–8a V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≥ mm 0.2	1.0	5.0	10.0	[illegible] u. T	Sommertage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	31	42	73	−13	11	8.	21	16	5	2	0	0	2	15	7.4	+0.6	16.5	—
Wilh.	32	41	73	+25	13	8.	18	12	6	2	0	0	2	21	?	?	12.5	—
Keit.	58	36	94	+32	16	8.	18	17	8	1	0	0	0	20	4.7	—	12	—
Ham.	23	42	65	−7	11	19.	16	12	4	1	0	0	0	19	5.0	−0.7	12	—
Kiel	21	40	61	0	12	8.	19	11	4	1	0	0	1	19	5.1	−0.4	12	—
Wus.	14	54	68	+29	10	23.	16	15	5	1	0	0	0	29	3.8	−2.3	12	
Swin.	48	51	99	+58	25	24.	21	17	6	2	0	0	0	24	3.2	−2.2	12	
Rüg.	35	35	70	+25	19	8.	19	12	4	2	0	0	2	26	5.4	—	15	24., 25.
Neuf.	34	9	43	−10	19	24.	18	8	2	1	0	0	0	22	4.2	—	12	—
Mem.	37	46	83	+33	15	21.	20	16	7	1	0	0	1	21	4.7	—	12	31.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	4	1	3	1	18	0	16	3	7	3	34	1	1	0	1	0	0	3.5	3.1	3.1
Wilh.	1	5	4	8	6	1	10	5	12	10	16	15	14	1	0	0	5	4.7	3.5	4.3
Keit.	0	4	2	6	9	3	12	6	11	9	19	2	3	0	0	2	5	3.7	3.8	3.6
Ham.	3	6	2	7	2	8	13	8	3	7	6	20	2	4	1	1	0	3.4	3.4	3.0
Kiel	3	2	6	5	3	5	8	7	12	6	22	4	1	0	2	2	5	3.7	3.1	3.2
Wus.	3	4	11	0	5	2	11	8	8	1	19	4	5	1	2	1	8	3.3	3.2	3.1
Swin.	3	3	3	3	3	6	10	6	7	7	8	17	9	4	0	1	3	2.6	3.1	2.5
Rüg.	0	0	3	14	2	6	6	14	9	20	10	2	0	2	2	3	0	3.7	3.5	3.6
Neuf.	2	2	6	3	2	1	7	13	21	1	9	10	4	2	2	2	0	2.9	2.7	2.6
Mem.	1	1	11	13	14	7	15	4	4	2	2	2	2	4	2	0	9	2.9	2.8	2.9

Die Witterung an der deutschen Küste im Monat Dezember 1907 wich im großen und ganzen von den Normalverhältnissen nicht erheblich ab. Die Temperatur war nur im Westen etwas zu hoch (durchschnittlich um etwa 1°) und die Bewölkung von annähernd normalem Betrage. Niederschläge fielen meist reichlich, und zwar sowohl an der Nordsee- als auch an der Ostseeküste. Stürmische Winde waren nur selten und die Windrichtungen meist südwestlich mit Ausnahme des äußersten Ostens, wo die südöstlichen Richtungen vorherrschten.

Betrachtet man die Veränderungen der Luftdruckverteilung während des Dezember, so lassen sich der 2. bis zum 15. sowie der 19. bis zum 27. des Monats, wo die Witterung an der deutschen Küste unter dem Einfluß von Depressionen stand, zusammenfassen. An den übrigen Tagen des Monats herrschte hoher Luftdruck vor.

Am 1. Dezember bedeckte hoher Luftdruck fast das gesamte Europa. Unter seinem Einfluß war die Witterung auch an der deutschen Küste ruhig und trocken. Die Temperaturen hielten sich bei vorherrschend westlicher Luftbewegung nahe der Normalen.

Am 2. Tage des Monats aber setzte die bis zum 15. anhaltende Periode milden und regnerischen Wetters, zunächst im Westen, ein. Aus dem Nordwesten drang eine Depression in östlicher Richtung vor, und das Hochdruckgebiet wich ostwärts zurück. Schon am 3. stand die ganze deutsche Küste unter dem Einfluß des schnell herannahenden Tiefdruckgebietes, so daß allgemein Trübung des Himmels und, mit vereinzelten Ausnahmen an der Ostseeküste, Regenwetter herrschte. Dieser Witterungscharakter erhielt sich unter dem Einfluß einer Folge von Ausläufern, die von der Biscayasee her in nordöstlicher Richtung vorüberzogen, ohne wesentliche Unterbrechung bis zum 13. Dezember; dabei lag andauernd ein Hochdruckgebiet in Nordosteuropa. Wenn auch in dieser Witterungsperiode bemerkenswerte Stürme nicht auftraten, so frischten doch häufig die

Digitized by Google

Winde bis zur Stärke 7 und 8 nach der Beaufort-Skala auf. Besonders hervorzuheben sind der 5. und der 8. Tag des Monats, wo die stürmischen Winde in größerer Verbreitung auftraten. Ihre Richtung war in beiden Fällen meist eine südliche bis südöstliche, da sie an der Vorderseite von Depressionen zur Entwicklung gelangten. Auch am 14. und 15. frischte der Wind vielfach zu steifen und stürmischen Winden auf, da eine tiefe Depression südlich von Island her durch Deutschland hindurch zog und in Wechselwirkung mit dem gleichzeitig sich in ihrem Rücken von Finnland her südwestwärts ausbreitenden Hochdruckgebiet eine starke südöstliche bis nordöstliche Luftströmung hervorrief.

Jenes Hochdruckgebiet trennte die ostwärts abziehende Depression von einer im Nordwesten neu erschienenen und trat mit einem über der Biscayasee gelegenen Hochdruckgebiet in Verbindung. So bildete sich ein von Skandinavien bis nach Oberitalien reichender Rücken hohen Luftdruckes aus, der, an Höhe zunehmend, langsam ostwärts fortschritt. Sein südlicher Teil breitete sich mehr und mehr aus und bedeckte am 18. den ganzen Kontinent. Während dieser Tage herrschte im deutschen Küstengebiet ruhiges und trockenes Wetter, und die Temperaturen sanken tiefer bei leichten inlandigen Winden.

Am 19. Tage des Monats begann sodann die zweite Regenperiode des Dezember, die für die Nordseeküste ihren Abschluß bereits am 23., an der Ostseeküste jedoch erst am 28. fand. Die bereits erwähnte atlantische Depression entsandte schon am Abend des 18. einen Ausläufer über die Nordsee und westliche Ostsee hin, der sich zu einer breiten Rinne niedrigen Luftdruckes ausbildete, während das südliche Hochdruckgebiet an Höhe abnahm und sich südwärts und südostwärts zurückzog. Diese Furche hatte eine kräftigere südwestliche Luftströmung im Gefolge und verursachte bis zum 20. Dezember ergiebige Regenfälle. Am folgenden Tage entwickelte sich in der Furche im Osten der erwähnten Depression ein Teilminimum, das ebenfalls mit Regenfällen über das deutsche Küstengebiet hin nach dem Osten abzog und am 22. im äußersten Osten noch stürmische nördliche bis nordöstliche Winde zur Entwicklung brachte. Ein neuer ihm folgender Ausläufer hatte am 23. fast im gesamten Bereiche des deutschen Küstengebietes starke Niederschläge zur Folge, die auch an den folgenden Tagen im östlichen Ostseegebiet anhielten.

Am 24. kam alsdann zunächst das deutsche Nordseegebiet in den Bereich hohen Luftdruckes, der vom Süden her über die Britischen Inseln vordrang und in der Folge mit dem von Rußland über Skandinavien reichenden Hochdruckgebiet in Verbindung trat. Nach Abzug des erwähnten Teilminimums breitete sich das gesamte Hochdruckgebiet von Nordosteuropa südwärts über die Küste aus und brachte bei vorwiegend östlicher Luftströmung bis zum Ende des Monats anhaltenden Frost, der im äußersten Osten zu ungewöhnlich tiefen Temperaturen führte, die in Memel am 27. bis auf −22.8° sanken; am 26. und 27. wehten die Winde vereinzelt stürmisch. Am 28. hörten auch an der deutschen Ostseeküste die Niederschläge auf, und das Hochdruckgebiet teilte sich in zwei Teile, deren westlicher sich nach der Nordsee verlagerte, so daß an den letzten Tagen des Monats meist ruhiges und trockenes Frostwetter herrschte. Im äußersten Osten dagegen führte währenddessen eine über Nordosteuropa auftretende Depression südwestliche Winde und erhebliche Abnahme des Frostes herbei.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Die Witterung und phänologischen Erscheinungen zu Tsingtau in dem Jahre vom Dezember 1906 bis zum November 1907.

Aus den Berichten der Kaiserlichen Meteorologisch-Astronomischen Station zu Tsingtau und des Forstamtes des Gouvernements Kiautschou.

Die Tabellen geben eine Zusammenstellung der meteorologischen Beobachtungen von Tsingtau für die Monatsdrittel, die ganzen Monate, die Jahreszeiten und das ganze Jahr vom Dezember 1906 bis November 1907.

Dezember 1906. Vom Anfang bis zur Mitte des Monats hielt sich die mittlere Tagestemperatur, unter dem Einfluß zum größten Teil nördlicher, zum geringeren Teil südlicher Winde, ziemlich weit über dem 2.2° betragenden Monatsdurchschnitt. Sie erreichte bei fast durchweg steigender Tendenz am 17. mit 9.5° ihren höchsten Stand im Monat. Jetzt setzte eine Sturmperiode vom 18. bis 23. ein, die einen Temperatursturz um 15.4° herbeiführte. Der tiefste Stand der mittleren Tagestemperatur im Monat wurde für den 21. mit —5.9° notiert. Von hier ab stieg dieselbe langsam, aber stetig und zeigte am Ende des Monats 2.6° über dem Gefrierpunkt. Die Extremthermometer zeigten am 16. mit 12.7° den höchsten, am 24. mit —8.5° den tiefsten Stand; die Amplitude betrug demnach 21.2° im Monat; dieses entspricht absolut den Beobachtungen aus früheren Jahren. Frosttage (niedrigste Temperatur unter 0° C.) gelangten 20 zur Auszählung; von diesen waren 6 Eistage (höchste Temperatur unter 0° C.).

Bei einer mittleren Bewölkung des Himmels von 3.5 Zehnteln ergaben sich 12 heitere und 5 trübe Tage.

Die relative Feuchtigkeit der Luft, im Durchschnitt 69 % betragend, nahm mit dem Steigen und Fallen der Temperatur ab und zu.

An 3 Tagen traten kürzere Schneegestöber auf, die jedoch keinen meßbaren Niederschlag brachten, während in der Nacht vom 17. zum 18. 9.3 mm Regen niedergingen.

In den frühen Morgenstunden gehörten Reif, Dunst und Nebelbänke zu den gewöhnlichen Erscheinungen; am 16. herrschte fast den ganzen Tag dichter Nebel.

Die Winde, zum überwiegenden Teil aus der nördlichen Hemisphäre kommend, wehten mit einer Durchschnittsstärke von 3.7 der Beaufort-Skala. Eine richtige Sturmperiode, in welcher der Sturm zeitweilig Stärke 11 erreichte, umfaßte, wie schon eingangs erwähnt, die Zeit vom 18. bis zum 23. Frische bis stürmische Winde wurden beobachtet: Am 7. SSW Stärke 6; am 8. N Stärke 8; am 18. NNO Stärke 11 und N Stärke 7; am 20. N Stärke 9; am 21. NNO Stärke 8 und N Stärke 7; am 22. N Stärke 7; am 23. N Stärke 8; am 27. NNW Stärke 8 und am 30. SSW Stärke 7. Die Nord- und Nordwestwinde führten infolge der Trockenheit häufig Staub mit sich.

Die Stauweiher waren zum größten Teil mit Eis bedeckt, dessen Stärke bis zu 12 cm betrug. In der Innenbucht bei Syfang staute sich Treibeis an. Der Boden war bis 20 cm tief gefroren.

Januar 1907. Während des Monats Januar dieses Jahres hielt sich die Temperatur der Luft im Durchschnitt höher als in den meisten der früheren Beobachtungsjahre. Die mittlere Tagestemperatur, im Monat 1.2° betragend, sank nur an 9 Tagen unter den Gefrierpunkt. Der 16. war mit 6.7° der wärmste, der 29. mit —5.8° der kälteste Tag des Monats. Die absolut höchste, 9.5° betragende Temperatur wurde am 3., die niedrigste, —10.6°, am 29. gemessen. Während des Monats wurden 19 Frosttage gezählt, von denen 4 Eistage waren.

Die Bewölkung des Himmels, im Durchschnitt 5.0 Zehntel betragend, war vom Anfang bis zur Mitte gering, nahm dann aber bedeutend zu, so daß an 6 Tagen die Sonne überhaupt nicht zum Vorschein kam. Es wurden 8 heitere und 8 trübe Tage gezählt; erstere gehörten sämtlich dem ersten Monatsdrittel an.

Die relative Feuchtigkeit der Luft betrug durchschnittlich 78 %, doch ging sie auch zu Zeiten der an einigen Tagen auftretenden Regenschauer und dichten Nebel bis auf 100 % hinauf. An 3 Tagen fiel meßbarer Regen in einer

Gesamtmenge von 17.4 mm; an weiteren 6 Tagen, von welchen 3 auf Schneetreiben entfallen, fiel unmeßbarer Niederschlag. Während der ersten Morgenstunden gehörten Nebel, Dunst und Reif zu den gewöhnlichen Erscheinungen.

Die Winde, eine Durchschnittsstärke von 3.0 der Beaufort-Skala entwickelnd, gehörten zum überwiegenden Teil den nördlichen Richtungen an; an 2 Tagen, am 9. und 29., erreichten dieselben volle Sturmstärke.

An mehreren Orten in Schantung wurde am Mittag des 10. ein leichtes Erdbeben verspürt.

Februar 1907. Die Witterungsverhältnisse des Februar glichen im allgemeinen denen desselben Monats im Jahre 1906. Die mittlere Tagestemperatur betrug —1.7°. Die Extremthermometer erreichten am 27. mit 7.7° ihren höchsten, am 22. mit —11.0° ihren niedrigsten Stand; die Amplitude betrug demnach 18.7°. Frosttage hatte der Monat 27; unter diesen waren 8 Eistage.

Die relative Feuchtigkeit der Luft betrug im Mittel 72% bei 3.0 mm mittlerer Dunstspannung. An 2 Tagen fanden Niederschläge von mehr als 0.2 mm statt, an einem dieser Tage 1.6 mm. Am 1. wurde morgens, am 5. und 6. mittags und abends schwaches Schneetreiben beobachtet; 4 weitere Tage brachten geringen Schneefall oder vereinzelte Flocken.

An 6 Tagen traten Nebel und in den Morgenstunden häufiger Dunst und Reif auf. Am 12. wurde Rauhreif beobachtet.

Bei 4.8 Zehntel mittlerer Bewölkung kamen 8 heitere und 3 trübe Tage zur Auszählung.

Die Winde wehten zum überwiegenden Teil aus nördlichen Richtungen mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 5.5 m in der Sekunde oder in Stärke 3.1 der Beaufort-Skala. An 3 Tagen, am 1., 19. und 27., wehte der Wind in Sturmstärke aus N und NNW.

Stauweiher und Tümpel waren mit Eis bedeckt, dessen Stärke 5.5 cm betrug. Der Boden war bis 25 cm tief gefroren.

Winter 1906/07. Der letzte Winter zeigt, verglichen mit den aus dem Jahrfünft 1898/1903 gefundenen Ergebnissen, nur geringe Abweichungen von den Mittelwerten.

Der mittlere Luftdruck lag bei 770.3 mm um etwa 1 mm zu niedrig.

Steife und stürmische Winde herrschten an 10 Tagen gegen 5.6 in dem oben erwähnten Zeitabschnitt. Sandstürme waren keine zu verzeichnen.

Die Morgen- und Abendtemperaturen waren mit —1.0° und 0.4° fast genau gleich dem Normalwert, während die Mittagstemperaturen um etwa 0.5° zu niedrig waren. Die höchste Tagestemperatur betrug 12.7°, die niedrigste —11.0°, die Schwankung demnach 23.7°. Frosttage wurden im vergangenen Winter 66 gezählt, hiervon waren 18 Eistage.

Heitere Tage hatte der Winter 24, trübe 17.

Die mittlere relative Feuchtigkeit der Luft betrug 73%, die Zahl der Tage mit Niederschlägen 16, gegen 19 im Vorjahre; die Menge derselben blieb jedoch mit 28.5 mm um fast 16 mm unter der durchschnittlichen Höhe.

Die Vegetation ruhte. Erst Mitte Februar begann Alnus an geschützten Stellen zu blühen.

Anfang Februar machte sich wieder der Hase durch Verbeißen und Schaben namentlich der Akazien unangenehm bemerkbar. Im Dezember wurden noch vereinzelt Kiefernraupen an Kiefernzapfen gefunden. Ende Februar zeigten sich einige Schwärme von Seidenschwänzen.

März 1907. Die Witterung in Tsingtau während des Monats März war im ganzen verhältnismäßig kalt und trocken, entsprechend einer durchweg antizyklonalen Wetterlage. Nur in den Tagen vom 6. bis 14. und vom 20. bis 27. wurde diese von einer Wetterlage mehr zyklonalen Charakters abgelöst.

Zur Zeit der antizyklonalen Wetterlage war hoher Barometerstand mit nördlichen Winden vorhanden, welche die Temperatur niederhielten. An den übrigen Tagen herrschten, entsprechend der zyklonalen Wetterlage, bei niedrigem Barometerstande meist südliche Winde, welche die Temperatur erhöhten und geringe Feuchtigkeit mit sich führten.

Digitized by Google

Die höchste Temperatur wurde am 23. mit 13.4°, die niedrigste am 1. mit —5.8° beobachtet. Die mittlere Tagestemperatur betrug 3.5°, also 1.6° weniger als im Jahrfünft 1898/1903. Frosttage hatte der Monat 10, jedoch keinen Eistag.

An Niederschlägen war der Monat, wie schon eingangs erwähnt, sehr arm. Die gesamte Niederschlagsmenge betrug 5.8 mm, die relative Feuchtigkeit der Luft im Mittel 72 %.

An 8 Tagen herrschte Nebel. Die Bewölkung des Himmels betrug 5.8 Zehntel. Es wurden 8 heitere und 11 trübe Tage ausgezählt.

April 1907. Das charakteristische Merkmal der Witterung im vergangenen Monat bestand in einer lang anhaltenden Trockenheit. Die Ursache hierfür war das Vorherrschen einer Wetterlage, welche über dem Festlande durchweg hohen Barometerstand mit mäßigen Windstärken und heiterem Himmel aufweist. Nur zweimal, in den Tagen vom 10. bis 13. und 24. bis 29. kam Tsingtau in den Bereich verschiedener Barometerdepressionen, welche das Yangtsetal abwärts vorrückten und der Witterung einen unbeständigen Charakter gaben.

Die Mittelwerte des Luftdrucks, der Windgeschwindigkeit, der Temperatur und der Bewölkung waren nahezu gleich den im Jahrfünft 1898/1903 gefundenen Mittelwerten.

Steife und stürmische Winde traten am 2. und 3. aus südlicher und vom 12. auf den 13. aus nördlicher Richtung auf. Doch wurde volle Sturmstärke nur einmal und zwar in der Nacht vom 12. zum 13. aus NNW erreicht.

Als Maximum der Temperatur wurde 19.7°, als Minimum 2.5° beobachtet. Die monatliche Schwankung betrug somit 17.2° C. Die mittlere Tagestemperatur lag bei 9.9° um 0.6° zu niedrig.

Heitere Tage kamen 8, trübe Tage 5 zur Auszählung. Der Mittelwert der Bewölkung war mit 4.5 Zehnteln etwas zu klein.

Am 12. wurden, als Begleiterscheinungen einer südlich vorüberziehenden Depression, 2 Ferngewitter, die ersten dieses Jahres, im nordwestlichen Quadranten wahrgenommen.

Obgleich die relative Feuchtigkeit der Luft mit 80 % im Mittel sogar etwas über dem Normalwert stand, blieb die gesamte Niederschlagsmenge mit 20.8 mm beträchtlich unter dem bisher in dieser Jahreszeit beobachteten Wert.

Nebeltage waren der 12., 26. und 27. In den Morgenstunden wurden vielfach Dunst und leichte Nebelbänke beobachtet.

Mai 1907. Die Witterung stand während des vergangenen Monats größtenteils unter dem Einfluß barometrischer Minima, welche in mehrfacher Folge meist in östlichen Richtungen das nördliche Ostasien durchzogen und der ganzen Wetterlage das Gepräge der Unbeständigkeit gaben.

Von den zu Zeiten der Terminbeobachtungen notierten Windrichtungen überwogen an Häufigkeit bedeutend die Winde des SO-Quadranten, während nördliche Richtungen verhältnismäßig wenig auftraten.

Die mittlere Tagestemperatur betrug 16.1° C. Die Extremthermometer erreichten am 10. mit 9.0° ihren niedrigsten, am 30. mit 27.0° ihren höchsten Stand. Es wurden im vergangenen Monat 4 Tage mit Temperaturen über 25°, sogenannte Sommertage, ausgezählt. Bei 5.0 Zehnteln mittlerer Bewölkung betrug die Zahl der heiteren und trüben Tage je 8.

Die monatliche Niederschlagsmenge erreichte in 8 Regentagen eine Höhe von 64.6 mm. Sehr ergiebiger, innerhalb 12 Stunden eine Höhe von 21 mm ergebender Regen fiel in der Nacht vom 4. auf den 5.

Am 19. und 28. zogen starke Gewitter, mit teilweise recht heftigen elektrischen Entladungen, vorüber.

Nebel trat einmal und zwar am 4. vormittags auf. Nebelstreifen wurden namentlich in den Morgenstunden häufiger wahrgenommen.

Die auf alle Dekaden ziemlich gleichmäßig verteilte Regenmenge wirkte auf die Pflanzenwelt außerordentlich wohltätig.

Frühjahr 1907. Im ganzen betrachtet, stellt sich die Witterung des verflossenen Frühjahrs als ziemlich kalt und sehr trocken dar.

Die Witterung zu Tsingtau im Dezember 1906 bis November 1907, neb

Zeit	Luftdruck auf 0° C. und Meeresniveau reduziert mm			Luftwärme °C.										Relative Feuchtigkeit der Luft %						Bewölkung 0 bis 1				
				Mittel				täglich höchste			täglich niedrigste			Mittel						Mittel				
	Mittel	höchster	niedrigster	7h V.	2h N.	9h N.	Tag	von	bis	mittlere	von	bis	mittlere	7h V.	2h N.	9h N.	Tag	höchste	niedrigste	7h V.	2h N.	9h N.	Tag	Zahl d. heit. Tage, mittl. Bewölk. < 2
Dezember 1906																								
1.—10.	769.3	774.4	763.2	2.2	6.5	4.1	1.2	2.8	12.2	8.2	-5.0	4.5	0.8	76	59	74	70	94	30	2.7	3.5	2.6	2.9	4
11.—20.	65.3	71.1	54.7	3.8	5.9	4.5	4.7	-0.3	12.7	8.2	-6.1	6.8	1.1	80	75	78	78	100	57	5.0	5.6	6.5	5.7	3
21.—31.	71.6	75.2	63.5	-3.2	0.4	-2.3	-1.8	-4.0	7.8	1.4	-8.5	1.3	5.3	61	56	63	60	81	35	2.7	1.7	1.9	2.1	5
Monat	68.8	75.2	54.7	0.8	4.1	2.0	2.2	4.0	12.7	5.8	8.5	6.8	-1.3	72	63	71	69	100	30	3.4	3.5	3.6	3.5	12
Januar 1907																								
1.—10.	770.4	778.6	762.5	-1.3	2.6	0.5	0.6	-1.3	9.5	4.0	-9.2	3.5	-2.7	77	64	70	70	96	33	2.1	2.7	0.8	1.9	7
11.—20.	70.7	76.7	66.6	0.9	4.4	2.8	2.7	2.8	7.9	5.7	5.6	2.7	-0.5	86	78	85	83	100	48	7.7	6.2	4.2	6.0	1
21.—31.	69.1	73.7	63.9	-0.6	2.3	-0.1	0.4	2.0	7.3	3.4	10.6	1.8	-2.4	83	71	81	79	96	41	6.6	7.8	6.2	6.9	·
Monat	70.1	78.6	62.5	-0.4	3.1	1.0	1.2	-2.0	9.5	4.3	-10.6	3.5	-1.9	82	72	79	78	100	33	5.5	5.6	3.8	5.0	8
Februar 1907																								
1.—10.	771.8	774.5	766.8	-3.3	-1.1	-1.7	-2.0	-3.6	4.3	1.4	0.2	-0.9	-4.3	77	69	67	71	96	49	4.6	6.1	7.1	5.9	2
11.—20.	71.7	77.2	66.3	-3.6	0.8	-2.2	-1.8	1.7	6.4	1.7	2.1	7.8	-5.0	81	67	68	72	96	43	4.6	5.6	2.5	4.2	2
21.—28.	72.6	76.9	67.0	2.8	1.2	-1.4	-1.1	0.8	7.7	2.9	-2.3	-11.0	-6.0	84	64	72	73	94	44	4.4	4.8	3.0	4.1	·
Monat	72.0	77.2	66.3	3.5	0.6	-1.8	-1.6	-3.6	7.7	2.0	2.3	11.0	5.0	81	67	69	72	96	43	4.5	5.5	4.3	4.8	4
März 1907																								
1.—10.	766.5	774.7	759.6	0.7	6.0	3.0	3.2	4.1	11.7	7.1	5.8	3.5	0.1	78	65	77	73	100	30	4.3	4.0	5.0	4.4	5
11.—20.	69.8	77.1	60.1	0.6	5.3	1.8	2.4	3.2	13.2	7.2	5.4	2.5	1.0	73	65	75	71	100	25	4.8	5.3	5.6	5.2	3
21.—31.	67.8	75.0	60.4	3.2	7.2	4.3	4.8	5.8	13.4	9.1	1.0	4.0	1.8	76	61	78	72	97	38	7.0	7.9	7.7	5.7	·
Monat	68.0	77.1	59.6	1.6	6.2	3.1	3.5	3.2	13.4	7.7	-5.8	4.0	0.3	76	61	76	72	100	25	5.4	5.7	6.1	5.7	8
April 1907																								
1.—10.	766.2	770.5	760.0	6.9	10.4	7.8	8.2	8.2	15.9	12.8	2.5	7.8	5.3	79	65	76	71	100	12	5.4	3.5	2.0	3.6	3
11.—20.	62.5	69.1	51.8	9.7	13.5	10.5	11.0	10.7	19.7	15.7	6.4	10.2	8.0	91	86	92	90	100	65	4.7	5.9	3.5	4.7	3
21.—30.	61.9	67.8	52.9	9.0	12.7	9.4	10.1	11.2	19.0	14.3	6.3	8.6	7.5	82	66	82	77	100	29	5.7	4.6	5.0	5.1	2
Monat	63.5	70.5	51.8	8.5	12.3	9.3	9.8	8.2	19.7	14.3	2.5	10.2	6.9	84	72	84	80	100	29	5.3	4.7	3.5	4.5	8
Mai 1907																								
1.—10.	757.8	763.1	751.3	12.4	16.3	13.0	13.7	15.4	21.2	17.9	9.0	11.8	10.6	78	60	69	69	100	15	5.2	7.0	4.8	5.7	2
11.—20.	57.6	63.4	52.3	15.6	19.6	16.6	17.1	17.4	26.7	22.1	12.4	15.8	13.5	63	51	60	58	100	18	3.8	4.5	4.0	4.1	4
21.—31.	61.3	63.8	53.5	16.4	20.4	16.6	17.5	18.7	27.0	22.8	10.4	18.0	13.8	79	63	73	72	100	31	5.7	4.7	5.1	5.2	2
Monat	59.0	63.8	51.3	14.8	18.8	15.4	16.1	15.4	27.0	21.0	9.0	18.0	12.7	71	58	67	66	100	15	4.9	5.0	4.6	5.0	8
Juni 1907																								
1.—10.	762.8	755.1	758.4	17.5	20.3	17.3	18.1	19.6	25.6	22.2	13.6	17.5	15.3	83	70	86	79	99	11	4.7	6.0	4.9	5.2	2
11.—20.	60.8	52.3	56.5	18.5	22.0	19.2	19.7	20.6	30.1	23.9	15.3	18.0	16.8	86	71	89	82	100	30	7.6	6.3	5.7	6.5	4
21.—30.	60.4	53.0	56.6	20.8	22.9	22.0	21.9	22.5	28.8	24.7	17.6	19.6	18.6	81	73	92	82	100	13	2.6	2.7	3.2	2.8	1
Monat	62.8	52.3	57.1	18.9	21.7	19.5	19.9	19.6	30.1	23.6	13.6	19.6	16.9	83	71	89	81	100	30	5.0	5.0	4.6	4.9	7

Digitized by Google

Zusammenstellung für die vier Jahreszeiten un

…N. …	Niederschlag mm Summe	größter in 24 Std.	Zahl der Tage mit Niederschlag	Anzahl der Richtungen u… N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO
											Dezember
.	0.0	0.0	1	$7_{3.7}$	$7_{3.0}$	.	.	.	.	.	.
9.3	9.3	9.3	4	$7_{5.1}$	$4_{3.8}$	$1_{1.0}$	.	$1_{5.0}$	.	$3_{3.0}$	$6_{3.}$
.	.	.	.	$15_{5.5}$	$3_{5.3}$	.	.	.	.	.	$2_{1.}$
9.3	9.3	9.3	5	$29_{5.0}$	$14_{3.7}$	$1_{1.0}$	.	$1_{5.0}$	.	$3_{3.0}$	$8_{3.0}$
											Januar
.	0.0	0.0	1	$15_{4.7}$	$1_{1.0}$	.	.	.	.	$1_{3.0}$	$2_{2.5}$
7.0	13.9	11.3	4	$6_{2.2}$	$3_{2.7}$	$2_{2.5}$	$1_{1.0}$	$2_{3.0}$	.	$4_{2.5}$	$2_{2.0}$
	3.5	3.5	4	$8_{5.5}$	$4_{3.0}$	$2_{1.0}$	.	$2_{1.0}$	.	$3_{2.3}$	$1_{1.0}$
	17.4	11.3	9	$29_{4.4}$	$8_{2.6}$	$4_{1.8}$	$1_{1.0}$	$4_{2.0}$	.	$8_{2.5}$	$5_{2.0}$
											Februar
.	1.8	1.6	2	$5_{2.6}$	$7_{2.1}$	.	.	$2_{1.0}$	$1_{2.0}$	$3_{2.5}$	$2_{1.0}$
	.	.	.	$15_{4.1}$	$1_{6.0}$	.	.	.	$1_{1.0}$	$1_{1.0}$	$1_{2.0}$
	.	.	.	$10_{5.3}$	$2_{7.0}$	.	.	.	.	.	$1_{3.0}$
	1.8	1.6	2	$30_{4.2}$	$10_{3.5}$	.	.	$2_{1.0}$	$2_{1.5}$	$4_{2.0}$	$4_{1.8}$
											März 1
	3.3	3.3	1	$5_{2.6}$	$2_{2.5}$	$1_{2.0}$	.	.	$1_{4.0}$	$4_{4.2}$	$4_{3.5}$
	0.6	0.6	1	$3_{4.3}$	$8_{4.4}$	$2_{5.0}$	.	.	$1_{4.0}$	$1_{5.0}$	$5_{2.6}$
	1.6	1.6	1	$4_{2.8}$	$5_{3.4}$	$3_{1.7}$	$1_{1.0}$	$2_{4.5}$	.	$2_{2.0}$	$10_{2.9}$
	5.5	3.3	3	$12_{3.1}$	$15_{3.8}$	$6_{2.8}$	$1_{1.0}$	$2_{4.5}$	$2_{4.0}$	$7_{3.7}$	$19_{2.9}$
											April 1
	.	.	.	$3_{3.0}$	$1_{5.0}$	$1_{1.0}$	.	.	$2_{5.0}$	$4_{3.2}$	$8_{4.0}$
	16.6	16.6	1	$7_{2.9}$	$3_{3.6}$	$1_{1.0}$	.	.	$2_{2.5}$	$10_{3.6}$	$5_{2.2}$
	4.2	4.2	1	$3_{2.7}$	.	.	.	.	$4_{4.0}$	$13_{4.0}$	$6_{2.7}$
	20.8	16.6	2	$13_{2.8}$	$4_{3.5}$	$2_{2.0}$	.	.	$8_{3.9}$	$27_{3.7}$	$19_{3.1}$
											Mai 190
	21.0	21.0	2	$4_{4.0}$	.	.	.	.	$2_{5.5}$	$8_{4.2}$	$5_{2.8}$
	20.7	11.2	3	$4_{3.0}$	$1_{3.0}$	$1_{4.0}$	.	$1_{3.0}$	$2_{5.0}$	$6_{5.0}$	$5_{4.4}$
	22.9	10.0	3	$3_{2.0}$	$1_{6.0}$	.	.	$1_{3.0}$	$1_{2.0}$	$4_{3.2}$	$11_{2.8}$
	64.6	21.0	8	$11_{3.1}$	$2_{4.5}$	$1_{4.0}$	.	$2_{3.0}$	$5_{4.6}$	$18_{4.3}$	$21_{3.2}$
											Juni 19
	31.2	28.8	2	$2_{1.5}$	$1_{1.0}$	$1_{1.0}$	.	.	$1_{5.0}$	$3_{3.3}$	$18_{3.5}$
	4.1	4.1	3	$4_{2.0}$	$2_{2.0}$	$2_{1.0}$	.	.	.	$2_{2.5}$	$17_{3.4}$
	33.2	24.6	2	.	$1_{2.0}$	.	.	.	$1_{2.0}$	$3_{3.7}$	$20_{3.0}$
	68.5	28.8	7	$6_{1.3}$	$4_{1.8}$	$3_{1.0}$	.	.	$2_{3.5}$	$8_{3.2}$	$55_{3.3}$

Zeit	Luftdruck auf 0° C. und Meeresniveau reduziert mm: Mittel	höchster	niedrigster	12) …	NW	NNW	Stille	Mittlere Windstärke	Tage mit Windstärken ≥ 8	Allgemeine Luftbewegung
1.—10.	758.3	750.1	754.9	2	$1_{1.0}$	$2_{1.5}$	.	2.8	.	SO 1.5
11.—20.	58.2	52.7	55.8	2	$1_{3.0}$	.	.	3.0	.	
21.—31.	59.7	54.6	56.9	2	.	.	2	2.7	.	
Monat	59.7	50.1	55.9	2	$2_{2.0}$	$2_{1.5}$	2	2.8	.	
1.—10.	757.4	752.3	754.7		$1_{1.0}$	$1_{2.0}$	1	2.0	.	O 1.0
11.—20.	60.9	55.2	57.3		$1_{2.6}$	$1_{2.0}$	1	2.8	.	
21.—31.	60.0	53.1	55.4		$2_{2.5}$	$11_{3.6}$	1	2.3	.	
Monat	60.9	52.3	55.8		$4_{2.0}$	$13_{3.4}$	2	2.5	.	
1.—10.	762.5	755.4	760.3		$1_{1.0}$	$5_{3.2}$	.	2.0	.	NOzN 1.5
11.—20.	65.9	59.4	62.7		$1_{5.0}$	$3_{4.7}$	.	3.0	.	
21.—30.	68.5	60.9	64.4		$1_{1.0}$	$3_{2.3}$	.	2.6	.	
Monat	68.5	55.4	62.4		$3_{2.3}$	$11_{3.4}$	.	2.6	.	
1.—10.	769.2	761.7	765.9		$2_{3.0}$	.	.	2.3	.	OSO 0.5
11.—20.	69.2	60.9	66.1		$1_{2.0}$	$1_{5.0}$	1	2.8	.	
21.—31.	69.6	61.0	65.5		$3_{3.3}$	$8_{3.0}$	.	1.9	.	
Monat	69.6	60.9	65.8		$6_{3.0}$	$9_{3.2}$	1	2.1	.	
1.—10.	772.3	763.4	767.6		$2_{1.5}$	$3_{5.0}$	1	2.5	1	NNW 1.5
11.—20.	74.6	62.8	67.7		$2_{1.5}$	$15_{4.5}$	.	2.5	1	
21.—30.	77.1	68.8	72.6		$2_{5.5}$	$8_{6.0}$	.	3.8	2	
Monat	77.1	62.8	69.6		$6_{2.8}$	$26_{5.0}$	1	2.7	4	
Winter	770.3	778.6	754.7		$0_{2.5}$	$26_{3.3}$	2	3.3	10	N 1.5
Frühjahr	63.5	77.5	51.3		$7_{3.0}$	$18_{3.8}$	1	3.1	2	SOzO 1.5
Sommer	62.8	50.1	56.3		$6_{2.0}$	$16_{3.4}$	5	2.8	.	SO 1.5
Herbst	77.1	55.4	65.9		$5_{2.8}$	$46_{4.3}$	2	2.5	4	NNO 0.5
Jahr	68.4	78.6	51.3		$8_{2.5}$	$106_{3.8}$	10	3.9	16	O 0.5

Das … ng. Die Zahl
lockerung … n Jahrfünft.
in den Wit… ie Tempera-
druckgebiet. … Bewölkung
eingeschlaf…

Die … Jasminum,
teils unter …h, daß die

Digitized by Google

Gesamtm ig
treiben so
stunden
Di äl
wickelnd, eu
2 Tagen,
A tr
Erdbeben
F
gemeiner
betrug — h
am 22. m u
Frosttag
Di si
mittlerer a
statt, an n.
und aber d
Schneefa 9
A
Reif auf. li
Be t
zur Ausz el
Di u
mit einer n
Stärke 3
in Sturm
St
Der Bod r
W h
Jahrfünf
den Mitt t
De
St V
oben erv e
D
genau g
zu nied
—11.0°, t
Winter (
H
Da
Tage mi
jedoch n
Di
Stellen z
A
namentli
vereinze
einige S
M
im ganz

Luftwärme °C.										Relative Feuchtigkeit der Luft %						Bewölkung 0 bis				
Mittel				täglich höchste			täglich niedrigste			Mittel						Mittel				Zahl d. heit. Tage, mittl. Bewölk.
7h V.	2h N.	9h N.	Tag	von	bis	mittlere	von	bis	mittlere	7h V.	2h N.	9h N.	Tag	höchste	niedrigste	7h V.	2h N.	9h N.	Tag	
Juli 1907																				
20.5	23.6	21.3	21.7	22.2	28.0	25.4	16.3	20.4	18.8	91	74	86	84	100	44	7.0	7.1	5.7	6.6	2
21.3	23.7	21.5	22.0	21.4	29.0	25.1	17.9	21.9	19.7	91	76	89	85	99	53	6.4	7.4	7.4	7.1	4
22.8	24.7	22.8	23.3	24.5	28.4	25.9	20.7	23.4	21.8	91	82	91	88	97	75	7.4	7.2	5.9	6.8	4
21.6	24.0	21.9	22.4	21.4	29.0	25.5	16.3	23.4	20.1	91	78	89	86	100	44	6.9	7.2	6.0	6.7	10
August 1907																				
24.3	26.4	24.7	25.1	26.1	29.1	27.5	22.5	23.9	23.1	94	86	92	90	99	75	8.1	8.1	7.5	7.9	5
25.8	27.3	25.7	26.3	27.6	31.8	29.1	22.0	25.6	24.5	89	82	93	88	99	71	7.9	7.3	5.3	6.8	4
22.1	26.8	24.0	24.3	25.2	30.8	27.7	18.5	24.1	20.6	88	62	73	75	98	40	5.4	6.5	6.3	6.1	3
24.0	26.8	24.8	25.1	25.2	31.8	28.1	18.5	25.6	22.6	90	76	86	84	99	40	7.1	7.3	6.4	6.9	12
September 1907																				
21.1	25.7	22.6	23.0	24.4	29.0	26.7	17.3	22.1	19.5	79	54	70	68	89	38	5.4	5.6	3.7	4.9	1
20.6	24.5	21.3	21.9	22.7	26.4	25.2	16.3	22.5	19.8	80	62	76	73	99	41	7.9	6.8	7.5	7.4	5
18.5	22.4	19.8	20.1	19.9	26.1	22.8	12.9	19.7	17.0	78	55	68	67	89	46	5.4	5.5	2.8	4.6	·
20.1	24.2	21.2	21.7	19.9	29.0	25.2	12.9	22.5	18.7	78	57	71	69	99	38	6.1	6.0	4.7	5.6	6
Oktober 1907																				
17.0	21.2	18.7	18.9	19.4	25.4	22.5	9.2	18.7	15.6	72	55	64	64	94	42	6.0	4.2	3.3	4.5	1
15.8	19.6	16.9	17.3	17.3	23.2	21.0	8.9	17.9	14.6	80	60	72	71	99	34	5.8	6.4	6.3	6.2	1
13.5	17.6	15.7	15.6	12.4	21.8	18.7	7.8	15.5	12.3	76	56	65	65	91	35	5.2	5.4	4.6	5.1	2
15.4	19.4	17.1	17.2	12.4	25.4	20.7	7.8	18.7	14.1	76	57	66	66	99	34	5.6	5.0	4.7	5.1	4
November 1907																				
11.3	14.1	12.3	12.5	7.1	19.4	15.8	2.8	14.3	9.4	62	44	54	53	93	18	5.6	4.6	3.2	4.5	2
6.3	10.1	8.2	8.2	5.7	17.9	11.6	1.6	11.4	4.2	78	59	69	69	100	45	6.4	6.5	7.0	6.6	4
0.8	3.1	1.8	1.9	−0.5	10.1	4.3	−4.7	4.7	−1.6	70	63	62	65	98	37	4.3	4.3	3.1	3.9	3
6.1	9.1	7.4	7.5	−0.5	19.4	10.5	−4.7	14.3	4.3	70	56	62	62	100	18	5.4	5.1	4.4	5.0	9
Die vier Jahreszeiten und das J																				
−1.0	2.6	0.4	0.6	−4.0	12.7	4.0	−11.0	6.8	−2.7	78	67	73	73	100	30	4.5	4.9	3.9	4.4	24
8.3	12.4	9.3	9.8	3.2	27.0	14.3	−5.8	18.0	6.6	78	65	76	73	100	15	5.2	5.1	4.7	5.1	24
21.5	24.2	22.1	22.5	19.6	31.8	25.7	13.6	25.6	19.9	88	75	88	84	100	30	6.3	6.5	5.7	6.2	29
13.9	17.6	15.2	15.5	−0.5	29.0	18.8	−4.7	22.5	12.4	75	57	66	66	100	18	5.7	5.4	4.6	5.2	19
10.7	14.2	11.8	12.1	−4.0	31.8	15.7	−11.0	25.6	9.0	80	66	76	74	100	15	5.4	5.4	4.7	5.2	96

Lage der Station: $\varphi = 36° 4.0'$ N-Br., $\lambda = 120° 19.0'$ O-Lg. Gr. Höhe des Baro

zyklonal stetige langsame Sinken des Barometerstandes kündigte die Auf-
wurde d des Luftmeeres über Innerasien und damit einen vollständigen Wechsel
Z erungsverhältnissen für Tsingtau an. Mit der Umbildung des Hoch-
nördlich es in ein Luftdruckminimum sind die trockenen nordwestlichen Winde
übrigen n und die mit Feuchtigkeit gesättigten SO-Monsune durchgekommen.
Baromet Mittelwerte der einzelnen meteorologischen Elemente liegen größten-
geringe den im Jahrfünft 1898/1903 gefundenen Werten. Namentlich ist die

Digitized by Google

…iederschlag mm: …N. bis 7h V.	Summe	größter in 24 Std.	Zahl der Tage mit Niederschlag	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	Mittlere Windstärke	Tage mit Windstärken ≥ 8	Allgemeine Luftbewegung
Juli 1907																							
[illegible]	34.5	18.8	5	$4_{3.2}$	$3_{3.3}$	·	·	$2_{4.5}$	$3_{3.0}$	$2_{4.0}$	$8_{2.8}$	$2_{2.5}$	$3_{1.7}$	·	·	·	·	$1_{1.0}$	$2_{1.5}$	·	2.8	·	
[illegible]	75.2	24.7	5	·	$6_{3.2}$	$3_{3.0}$	·	·	$2_{3.0}$	$3_{2.7}$	$7_{2.7}$	$2_{4.5}$	$5_{2.8}$	$1_{2.0}$	·	·	·	$1_{3.0}$	·	·	3.0	·	
3.6	4.2	3.0	2	·	$1_{3.0}$	$1_{3.0}$	$1_{3.0}$	$5_{2.8}$	·	$1_{3.0}$	$12_{3.6}$	$4_{2.5}$	$6_{1.3}$	·	·	·	·	·	·	2	2.7	·	
64.6	113.9	24.7	12	$4_{3.2}$	$10_{3.2}$	$4_{3.0}$	$1_{3.0}$	$7_{3.1}$	$5_{3.0}$	$6_{3.2}$	$27_{3.1}$	$8_{3.0}$	$14_{1.9}$	$1_{2.0}$	·	·	·	$2_{2.0}$	$2_{1.5}$	2	2.8	·	SO 1.5
August 1907																							
5.5	15.8	9.1	7	·	$1_{1.0}$	$1_{1.0}$	$5_{2.2}$	$2_{1.5}$	$9_{2.0}$	$7_{2.7}$	·	·	·	$1_{4.0}$	·	·	$1_{2.0}$	$1_{1.0}$	$1_{2.0}$	1	2.0	·	
94.0	144.3	106.6	3	·	$1_{4.0}$	·	$1_{3.0}$	$2_{2.0}$	$9_{2.6}$	$13_{3.0}$	$2_{3.0}$	·	·	·	·	·	·	$1_{2.6}$	$1_{2.0}$	1	2.8	·	
[illegible]	32.2	22.1	5	$7_{2.4}$	$1_{1.0}$	·	$1_{2.0}$	·	$1_{1.0}$	$6_{2.0}$	$2_{3.0}$	·	·	·	·	·	$1_{3.0}$	$2_{2.5}$	$11_{3.6}$	1	2.3	·	
[illegible]	[illegible]	106.6	15	$7_{2.4}$	$3_{2.0}$	$1_{1.0}$	$7_{2.1}$	$4_{1.8}$	$19_{2.5}$	$26_{2.7}$	$4_{3.2}$	·	·	$1_{4.0}$	·	·	$2_{2.5}$	$4_{2.0}$	$13_{3.4}$	2	2.5	·	O 1.0
September 1907																							
[illegible]	22.3	21.7	2	$8_{1.9}$	$1_{1.0}$	·	·	$1_{1.0}$	$2_{1.5}$	$8_{2.1}$	$4_{1.5}$	·	·	·	·	·	·	$1_{1.0}$	$5_{3.2}$	·	2.0	·	
[illegible]	9.4	9.4	1	$6_{4.2}$	·	$2_{1.2}$	$1_{1.0}$	$2_{1.0}$	$7_{2.4}$	$5_{3.2}$	$3_{3.0}$	·	·	·	·	·	·	$1_{5.0}$	$3_{4.7}$	·	3.0	·	
·	·	·	·	$6_{3.7}$	$2_{1.0}$	·	·	·	$1_{1.0}$	$9_{2.0}$	$4_{3.0}$	$1_{2.0}$	$1_{2.0}$	$1_{2.0}$	·	$1_{1.0}$	·	$1_{1.0}$	$3_{2.3}$	·	2.6	·	
[illegible]	31.7	21.7	3	$20_{3.0}$	$3_{1.0}$	$2_{1.2}$	$1_{1.0}$	$3_{1.0}$	$10_{2.1}$	$22_{2.8}$	$11_{3.1}$	$1_{2.0}$	$1_{2.0}$	$1_{2.0}$	·	$1_{1.0}$	·	$3_{2.3}$	$11_{4.4}$	·	2.6	·	NOzN 1.5
Oktober 1907																							
0.6	0.6	0.6	1	$3_{4.3}$	$1_{1.0}$	·	·	·	$1_{1.0}$	$6_{2.5}$	$10_{2.0}$	$5_{2.4}$	$1_{2.0}$	$1_{1.0}$	·	·	·	$2_{3.0}$	·	·	2.3	·	
1.6	9.8	7.8	2	$8_{2.0}$	$4_{1.5}$	·	·	$3_{2.7}$	$2_{2.5}$	$6_{2.1}$	$3_{3.3}$	$1_{3.0}$	·	·	·	·	·	$1_{2.0}$	$1_{5.0}$	1	2.8	·	
0.1	9.8	9.7	1	$1_{1.0}$	$1_{1.0}$	·	·	·	·	$1_{2.0}$	$5_{2.0}$	$6_{3.0}$	$3_{2.0}$	$1_{1.9}$	$1_{2.0}$	$2_{1.0}$	$1_{1.0}$	$3_{3.3}$	$8_{3.0}$	·	1.9	·	
2.3	20.2	9.7	4	$12_{2.0}$	$6_{1.3}$	·	·	$3_{2.7}$	$3_{2.5}$	$13_{2.4}$	$18_{2.7}$	$12_{2.8}$	$4_{2.0}$	$2_{1.9}$	$1_{2.0}$	$2_{1.0}$	$1_{1.5}$	$6_{3.0}$	$9_{3.2}$	1	2.1	·	OSO 0.5
November 1907																							
2.9	2.9	2.9	1	$5_{2.8}$	·	·	$1_{1.0}$	$1_{1.0}$	·	·	$1_{3.0}$	$13_{2.2}$	$2_{3.0}$	$1_{1.0}$	·	·	·	$2_{1.5}$	$3_{5.0}$	1	2.5	1	
1.1	1.1	1.1	2	$3_{1.3}$	·	·	·	·	·	$2_{2.0}$	$2_{4.0}$	$5_{2.2}$	·	·	·	·	$1_{2.0}$	$2_{1.5}$	$15_{4.5}$	·	2.5	1	
[illegible]	8.9	8.9	2	$11_{4.3}$	$1_{1.0}$	$2_{4.5}$	$1_{3.0}$	·	·	·	·	·	·	·	$3_{1.3}$	$2_{1.0}$	·	$2_{5.5}$	$8_{6.0}$	·	3.8	2	
[illegible]	12.9	8.9	5	$19_{3.5}$	$1_{1.0}$	$2_{4.5}$	$2_{3.0}$	$1_{1.0}$	·	$2_{2.0}$	$3_{3.7}$	$18_{3.4}$	$2_{3.0}$	$1_{1.0}$	$3_{3.3}$	$2_{1.0}$	$1_{2.0}$	$6_{2.8}$	$26_{5.0}$	1	2.7	4	NNW 1.5
…mber 1906 bis einschl. November 1907																							
[illegible]	28.5	11.3	16	$88_{4.5}$	$32_{3.4}$	$5_{1.6}$	$1_{1.0}$	$7_{2.1}$	$2_{1.5}$	$15_{2.6}$	$17_{2.4}$	$33_{2.5}$	$18_{2.0}$	$7_{1.0}$	$2_{1.5}$	$5_{2.0}$	·	$10_{2.5}$	$26_{3.6}$	2	3.3	10	N 1.5
[illegible]	90.9	21.0	13	$36_{3.0}$	$21_{3.8}$	$9_{2.8}$	$1_{1.2}$	$4_{1.8}$	$15_{3.1}$	$52_{2.6}$	$59_{3.2}$	$37_{2.5}$	$6_{2.5}$	$2_{2.0}$	$1_{1.0}$	$2_{2.0}$	$4_{1.5}$	$7_{3.0}$	$18_{4.8}$	1	3.1	2	SOzO 1.5
[illegible]	[illegible]	106.6	34	$17_{2.2}$	$17_{2.0}$	$8_{2.0}$	$8_{2.3}$	$11_{2.2}$	$26_{2.5}$	$40_{2.6}$	$86_{3.0}$	$16_{2.7}$	$16_{1.8}$	$2_{3.0}$	·	·	$2_{2.0}$	$6_{2.0}$	$16_{3.4}$	5	2.8	·	SO 1.5
[illegible]	[illegible]	21.7	12	$51_{3.1}$	$10_{1.2}$	$4_{2.8}$	$3_{2.1}$	$7_{1.7}$	$13_{2.5}$	$37_{2.6}$	$32_{2.5}$	$31_{3.1}$	$7_{2.6}$	$4_{1.5}$	$4_{1.0}$	$7_{1.6}$	$2_{1.5}$	$15_{2.8}$	$46_{4.3}$	2	2.5	4	NNO 0.5
[illegible]	[illegible]	106.6	75	$192_{3.1}$	$80_{3.1}$	$26_{2.3}$	$13_{2.2}$	$29_{2.4}$	$56_{2.5}$	$144_{2.6}$	$194_{3.2}$	$118_{3.1}$	$47_{2.4}$	$15_{1.5}$	$7_{2.0}$	$12_{2.0}$	$8_{1.8}$	$38_{2.5}$	$106_{3.8}$	10	3.9	16	O 0.5

…ittelwasser = 78.64 m. Schwerekorrektion der Barometerstände = −0.6 mm.

gefallene Niederschlagsmenge von 90.9 mm in diesem Frühjahr recht gering. Die Zahl der Tage mit Niederschlägen betrug 13 gegen 18 in dem oben erwähnten Jahrfünft.

Die mittlere Tagestemperatur war 9.8 C. Im März gingen die Temperaturen häufiger bis unter den Gefrierpunkt. Bei 5.1 Zehnteln mittlerer Bewölkung kamen 24 heitere und ebenfalls 24 trübe Tage zur Auszählung.

Das Erwachen der Vegetation erfolgte im März. Alnus, Salix, Jasminum, Corylus und Veilchen begannen zu blühen. Im April zeigte sich, daß die

Digitized by Google

Vegetation um etwa 8 Tage weiter voraus war, als in den früheren Jahren; die meisten Bäume und Sträucher entwickelten ihre Blätter; es blühten Magnolie Daphne, Acer Cereis, Forsythien, Pirus, Prunus, Pfirsiche, Aprikosen, wie die übrigen Obstarten und die Erdbeeren.

Im Mai schritt die Entwicklung der Pflanzen rüstig vorwärts. Es blühten Pinus Massoniana und Densiflora, Rolimia Pseudoacazia, Quercusarten, Syringa, Ayalen, Spiräen, Philadelphus und die wilden Rosenarten.

Im März fand ein reger Vogelzug statt. Wildgänse, Drosseln, Meisen und Finken wurden in größerer Zahl gesehen, vereinzelt Schnepfen und Brachvögel. Die Schlangen, Eidechsen und Frösche verließen ihre Winterquartiere, die Hasen rammelten, die Wachteln fingen an, sich zu paaren. Auch im April setzte sich der Vogelzug weiter fort. Die Bachstelzen und Schwalben trafen ein. Von Insekten zeigten sich vereinzelt die Schmetterlinge des Schwalbenschwanzes, Fuchses und Bläulinges. Die Kiefernraupe stieg um die Mitte des Monats.

Im Mai war der Vogelzug beendet. Gegenüber früheren Jahren hatten sich im Forstgelände, namentlich im Forstgarten, eine Menge kleinerer Singvögel angesiedelt. Wachteln und Lerchen hatten bereits Junge. Der Kuckuck war seit Mitte des Monats hier.

An den Kartoffeln schadete wieder wie im vorigen Jahre ein kleiner Käfer, der durch Sammeln des Insektes und Zerdrücken der abgelegten Eier vernichtet wird.

Neben mehreren kleineren Waldbränden fand ein größerer Waldbrand am 14. März statt. Durch denselben wurden etwa 2 ha gutwüchsige Laubholzkultur vernichtet. Die Entstehungsursache ist auf leichtfertiges Umgehen mit Feuer beim Opfern zurückzuführen.

Juni 1907. Bezüglich der Wetterlage des Monats Juni ist hervorzuheben, daß die Luftdruckverteilung im großen und ganzen ziemlich gleichmäßig, und das Wetter meist klar und heiter war. Namentlich das letzte Monatsdrittel zeichnete sich durch eine große Anzahl heiterer Tage aus. Mehrere, in den Tagen vom 9. bis 11. und vom 15. bis 20. vorüberziehende flache Depressionen vermochten nicht, den Witterungscharakter wesentlich zu ändern. Erst die ganz am Monatsschluß auftretenden Luftdruckminima führten einen Witterungsumschlag herbei.

Was die monatlichen Durchschnittswerte der meteorologischen Elemente anbelangt, so waren Luftdruck, Temperatur und Bewölkung sowie Niederschlag annähernd normal. Entsprechend der ganzen Wetterlage, wehten fast 82 % aller Winde aus dem südöstlichen Quadranten mit einer mittleren Stärke von 3.1 der Beaufort-Skala. Sturmstärke wurde an keinem Tage erreicht.

Die höchste Temperatur wurde am 13. mit 30.1°, die niedrigste am 6. mit 13.6° C. gemessen. Die mittlere Tagesschwankung betrug 6.7° C. Das Tagesmittel der Temperatur lag bei 19.9° C. Sommertage, das sind solche, an welchen das Thermometer bis 25° und darüber steigt, hatte der Monat 8.

Bei einer mittleren Bewölkung des Himmels von 4.9 Zehnteln kamen 6 heitere (davon allein 5 im letzten Monatsdrittel) und 7 trübe Tage zur Auszählung.

Obgleich die gesamte Niederschlagshöhe mit 68.5 mm den im Jahrfünft 1898/1903 gefundenen Mittelwert von 62.8 mm etwas übersteigt, trug doch der Monat das Kennzeichen großer Trockenheit. Bringt man nämlich von dem oben erwähnten Wert die in den beiden letzten Tagen des Monats gefallenen Regenmengen von 33.4 mm (wovon allein 24,6 mm in der Nacht vom 30. zum 1. fielen) in Abzug, so stellt sich die auf 28 Tage verteilte Menge von nur 35.1 mm als sehr gering dar. Erheblicher, innerhalb 12 Stunden eine Höhe von 28.8 mm messender Regen fiel in der Nacht vom 8. zum 9. Nebel trat einmal, und zwar in den Abendstunden des 16. auf. Morgens wurden häufiger Dunststreifen wahrgenommen. Gewitter wurden in mäßiger Stärke beobachtet in den Nächten vom 29. zum 30. und vom 30. zum 1. Juli.

Juli 1907. Die am Schluß des vorigen Monats auftretenden Depressionen beherrschten noch bis zum 21. dieses Monats mit nur kurzen Unterbrechungen die Wetterlage. Die Witterung war daher größtenteils bei meist bedecktem

Himmel feucht und verhältnismäßig kühl; reichlicher Niederschlag war zu verzeichnen. Im letzten Monatsdrittel hatte sich der Luftdruck über größeren Gebieten ausgeglichen; schwache, veränderliche Winde mit geringen Niederschlägen waren vorherrschend. Eine am 29. bis 31. in größerer Entfernung südlich von Tsingtau vorüberziehende Depression brachte etwas auffrischende, von SO rückdrehende auf NO gehende Winde und geringen Niederschlag.

Der Durchschnittswert des Luftdruckes war zu hoch, die Mitteltemperatur zu niedrig, der Niederschlag auch in diesem Monat zu gering.

Im allgemeinen herrschten der Jahreszeit entsprechend meist südliche, mit dem Vorüberziehen verschiedener Depressionen südlich von Tsingtau, zurückdrehende Winde in mäßiger Stärke.

Unter dem Einfluß der Feuchtigkeit und der die Sonnenstrahlen hemmenden größeren Bewölkung erreichte die Höchsttemperatur im Mittel nur einen Wert von 24.8° C. Die mittlere Tagestemperatur betrug 22.4° C., das Minimum im Mittel 20.1° C., die mittlere tägliche Temperaturschwankung war also nur 4.7°. Sommertage, das sind solche, an welchen das Maximum der Temperatur 25° und darüber erreicht, hatte der Monat 19.

Das Mittel der Bewölkung betrug 6.7 Zehntel. Heitere Tage kamen 1, trübe 10 zur Auszählung.

An 11 Tagen mit mehr als 0.2 mm Niederschlag erreichte die Gesamtniederschlagsmenge 113.9 mm, gegen 165.9 mm als den bisher in diesem Monat gefundenen Mittelwert. An zwei Tagen war die Maximalniederschlagsmenge höher als 20 mm. Im Vergleich mit früheren Jahren ist also auch der Juli, wie bisher alle Monate des Jahres, als recht trocken zu bezeichnen.

Abgesehen von vorübergehenden Nebelbänken trat länger andauernder Nebel nicht auf.

Ein schwaches Gewitter herrschte abends am 14. im Südostquadranten, Wetterleuchten wurde am 1. und 23. in südlicher, am 31. in nördlicher Richtung wahrgenommen.

August 1907. Die Witterung stand während des vergangenen Monats vielfach unter dem Einfluß der zahlreichen Depressionen, welche die Küstengebiete in nördlichen Richtungen durchzogen und große Feuchtigkeit und teilweise starke Niederschläge mit sich führten. Ein am 2. im mittleren China erschienenes Gebiet tieferen Luftdruckes breitete sich in den folgenden Tagen in nordöstlicher Richtung weiter aus und brachte in Tsingtau feuchtes, regnerisches Wetter bei mäßigen südöstlichen Winden. Am 10. hatte sich ein östlich von Japan auftretendes Hochdruckgebiet in westlicher Richtung vorgeschoben und beherrschte bis zum 17. die Wetterlage. In dieser Periode stieg die Temperatur unter dem Einfluß der geringeren Bewölkung auf ihren höchsten Stand. Schon am 11. war ein Maximum von 31.8° C. (der höchste Stand des Jahres) und am 15. ein solches von 30.7° C. zu verzeichnen. Die Winde wehten auch in dieser Zeit in mäßiger Stärke aus dem südöstlichen Quadranten.

Mit dem 17. gewannen wieder, und zwar bis Ende des Monats, Depressionen Einfluß auf die Witterung. An diesem Tage zog ein flacheres Tiefdruckgebiet aus südlicher Richtung heran und bedeckte bis zum 22. die nördlichen Küstengebiete. Heftige Regengüsse kamen nieder; am 19. erreichte die innerhalb 24 Stunden gefallene Regenmenge die außerordentliche Höhe von 106.6 mm. Ein am 23. über Innerasien erschienenes Gebiet höheren Luftdruckes und mehrere in nördlicher Richtung über Japan fortziehende Depressionen brachten in ihrer Wechselwirkung für Tsingtau nochmals höhere Temperatur bei frischen nordwestlichen Winden und geringerer Bewölkung. Vom 27. an bestimmten jedoch die östlich vorüberziehenden Tiefdruckgebiete wesentlich den Witterungscharakter. Die Temperatur erreichte am 30. mit 18.5° C. ihren niedrigsten Stand. Am Schluß des Monats war der Luftdruck über größeren Gebieten ziemlich ausgeglichen, wechselnde leichte Winde herrschten vor.

Der monatliche Durchschnittswert des Luftdruckes war etwas zu niedrig, die Temperatur etwas zu hoch; es kamen 31 Sommertage, das sind solche, an welchen die Temperatur über 25° ist, zur Auszählung. Die gesamte Nieder-

schlagsmenge von 189.3 mm ist etwas höher als normal. Die Bewölkung von 6.9 Zehnteln ist etwas zu groß; es kamen 12 trübe und keine heiteren Tage zur Auszählung.

Sommer 1907. Die Mittelwerte der einzelnen meteorologischen Elemente entsprachen im allgemeinen den im Jahrfünft 1898/1903 gefundenen Werten. Die Bewölkung war durchweg etwas zu groß; die Anzahl der trüben Tage betrug 29, gegen 21.8 als Mittel. Die Temperatur war dementsprechend zu niedrig. Die gefallene Regenmenge von 371.7 mm erreichte ziemlich nahe den Mittelwert. Im ganzen betrachtet, stellte sich somit der Witterungscharakter des vergangenen Sommers als annähernd normal dar.

Besonders auffallend war die große Anzahl von Depressionen, welche in schneller Folge auftraten und die ostasiatischen Küstengewässer bedrohten. Es wurden im vergangenen Sommer nicht weniger als 33 Sturmwarnungen erlassen, davon 13 im Monat August. Wenn auch diese Depressionen nur selten in die nähere Umgebung von Tsingtau gelangten und hier keine verheerenden Wirkungen ausübten, so spielten sie doch in dem Verlauf der Witterungserscheinungen eine wichtige Rolle und gaben der Jahreszeit das Gepräge großer Unbeständigkeit.

Die Entwicklung des Obstes und des Samens der meisten Baum- und Straucharten begann im Juni; die Erdbeerernte setzte ein, ihr folgten die übrigen Beerobstarten und die Schattenmorellen. Gegen Ende dieses Monats konnten die ersten Frühkartoffeln verwertet werden. Es blühten: Melie Albizie, Castania Tilanthus, Morus, Purrica, Ligustrum, Jucca, Malven.

Unter den günstigen Wachstumsbedingungen schritt im Juli auch die Entwicklung des Unkrautes rüstig vorwärts, so daß für die Verminderung desselben, bevor eine Schädigung durch Entnahme von Nährstoffen und Verdämmung eintrat, Sorge getragen werden mußte. Die Kulturpflanzen standen im besten Wachstum oder in der Ausbildung der Früchte und des Samens. Es blühten: Sterculia, Sophora, Pilia, Hibiscus, Evonimus, Pamarix, Lagerströmie, Kolcenteria, Lespedecia und Pueraria. Die ersten Äpfel und Pflaumen sowie Pfirsiche wurden reif.

Im August erfolgte die Weiterentwicklung sämtlicher Pflanzen in günstigster Weise und unter den günstigsten Wachstumsbedingungen. Einzelne wenige Bäume wie Rhus, Citisus und Stillingia entfalteten noch ihre Blüten.

Von den schädlichen Insekten hatte sich in diesem Jahre besonders der Kartoffelkäfer (Coccinellenart) durch sein Auftreten in großen Massen und hierdurch bedingte erhebliche Schädigung durch Abfressen der Kartoffelblätter sehr unangenehm bemerkbar gemacht. Bei den übrigen Insekten, namentlich auch bei der Kiefernraupe, war scheinbar eine Abnahme eingetreten, jedenfalls konnte durch fleißiges Sammeln und durch Anwendung erprobter Vertilgungsmittel der Schaden erheblich vermindert werden. Die Blattwanzen an den Akazienstämmchen traten seit Anfang August wieder auf, bisher aber nicht in den Unmassen des verflossenen Jahres.

Der Vogelzug, beginnend mit der Bekassine, hatte in diesem Jahre später, etwa am 16. August, eingesetzt.

September 1907. Die Witterungserscheinungen des vergangenen Monats gestalteten sich durch die fast ununterbrochene Zugehörigkeit zu einem Gebiete hohen Luftdruckes ziemlich einfach. Zwei durch eine Rinne niedrigeren Luftdruckes getrennte Hochdruckgebiete über Nordchina nordöstlich von Japan sowie mehrere durch diese Senkung nordwärts ziehende Depressionen beherrschten bis zum 9. die Wetterlage. Dementsprechend war auch die Witterung warm, leichte südöstliche, später auffrischende Winde aus NNW waren vorherrschend. Eine am 4. in größerer Nähe passierende flache Depression brachte kräftigen Niederschlag. Die Temperaturen erreichten in diesen Tagen am 8. mit 29.0° C. ihren höchsten Stand. Vom 10. bis 15. stand Tsingtau ausschließlich unter dem Einfluß eines von Norden her vordringenden Hochdruckgebietes; leichte südöstliche Winde bei langsam sinkender Temperatur traten auf. Am Nachmittag des 15. kündigte der schnell bis zu frischer Stärke sich entwickelnde südöstliche Wind das Herannahen einer neuen Depression aus westlicher Richtung an. Am folgenden Nachmittag

Digitized by Google

zog dieselbe, geringe Niederschläge mit sich führend, vorüber; der Wind wehte an diesem und am folgenden Tage zeitweise mit fast Sturmesstärke aus NNW. Eine zweite tiefere Depression, welche an der Südküste Japans nordwärts zog, verursachte noch bis zum 20. mäßige nördliche Winde. Die Temperatur machte von dieser Zeit an eine entschiedene Bewegung nach abwärts. Vom 20. bis 24. hatte sich der Luftdruck über den nördlichen Gegenden wieder ziemlich ausgeglichen; leichte bis mäßige südöstliche Winde bei gleichmäßiger Temperatur herrschten vor. Vom 25. bis zum Schluß des Monats zeigte die Luftdruckverteilung dasselbe Bild wie im ersten Monatsdrittel; hoher Druck über dem nördlichen China und nordöstlich von Japan, mit einer dazwischen liegenden Furche geringeren Luftdruckes, welche von mehreren, aus dem Süden nordwärts sich bewegenden Depressionen durchzogen wurde. Die Winde waren meist veränderlich, die Temperatur stetig fallend, die Bewölkung groß.

Der Umschwung der gesamten Witterungserscheinungen, wurde durch den sich stetig aufwärts bewegenden Gang des Luftdruckes und das gleichmäßige Sinken der Temperatur deutlich erkennbar eingeleitet.

Was die Mittelwerte der einzelnen meteorologischen Elemente anbelangt, so zeigten Luftdruck und Bewölkung einen etwas größeren, relative Feuchtigkeit und Niederschlagsmenge etwas kleineren als den im Jahrfünft 1898/1903 gefundenen Mittelwert. Die Temperatur war normal; die monatliche Schwankung betrug 16.1° C. Sommertage, an welchen das Thermometer bis auf 25° C. und darüber stieg, hatte der Monat 18.

Entsprechend der mittleren großen Bewölkung kamen im Monat nur 2 heitere und 6 trübe Tage zur Auszählung, gegen 6.6 und 4.2 als Mittelwerte.

Gewitter traten keine auf; Wetterleuchten am 3. und 26. im südöstlichen Quadranten.

Die monatliche Niederschlagsmenge verteilt sich auf 3 Niederschlagstage und zeigt eine Abweichung vom Mittel von 2 mm.

Oktober 1907. Das in den letzten Tagen des vorhergehenden Monats aufgetretene Gebiet höheren Luftdruckes über den nördlichen Küstengebieten beherrschte noch bis zum 10. des Monats mit nur kurzer Unterbrechung die Wetterlage. Die Witterung war meist warm, leichte südöstliche Winde vorherrschend; nur vorübergehend brachten eine am 5. und 6. aus westlicher Richtung über Tsingtau fortziehende flache Depression sowie ein zweites Gebiet tieferen Luftdruckes über dem westlichen Japan frische nördliche Winde hervor, unter deren Einfluß die Temperatur niedergehalten wurde. Mit dem 10. verlagerte sich das Hochdruckgebiet ostwärts, und ein weiteres Gebiet tieferen Druckes gelangte über dem nördlichen chinesischen Meer zur Entwicklung. Die hierdurch hervorgerufenen frischen nördlichen Winde führten erneuten Temperatursturz herbei; geringe Niederschläge fielen am 11. Mit dem Fortschreiten in östlicher Richtung verlor dieses Tiefdruckgebiet am 13. ganz seinen Einfluß auf die Witterung, und ein aus nördlicher Richtung vordringendes Gebiet hohen Druckes brachte für Tsingtau einige warme Tage mit schwachen südöstlichen Winden. Bereits am 17. nachmittags wurde wiederum eine Änderung der Wetterlage eingeleitet. Ein von Süden her sich ausbreitendes Tiefdruckgebiet und eine am 22. im mittleren Yangtse-Tal erschienene Depression führten anfangs leichte östliche, später auffrischende nordwestliche Winde herbei. Die Temperatur fiel in diesen Tagen auf 7.8° C., den niedrigsten Stand des Monats; auch in dieser Periode waren die Niederschläge nur sehr gering. Mit dem 24. gewann wieder, und zwar bis zum Schluß des Monats, ein aus nordwestlicher Richtung vordringendes Hochdruckgebiet Einfluß auf die Witterung. Das Wetter war in diesen Tagen warm und heiter, meist schwache veränderliche Winde vorherrschend.

In seinen Mittelwerten charakterisiert sich der Monat Oktober durch zu hohen Luftdruck, Temperatur und Bewölkung und viel zu geringen Niederschlag.

Die Winde wehten zum überwiegenden Teil aus südlichen Richtungen mit geringer Stärke; nur vorübergehend nahmen die im Rücken der Depressionen auftretenden nordwestlichen Winde am 11. und 12. und vom 21. bis 23. stürmischen Charakter an.

Digitized by Google

Die Temperaturen lagen durchweg über den bisher beobachteten Mittelwerten, nur die Tage am 7., 13., 22. und 23. zeichneten sich durch sehr geringe Morgentemperaturen aus. Die monatliche Schwankung der Temperatur betrug 17.6° C. zwischen der höchsten von 25.4° C. am 3. und 7.8° C. am 22. Die Änderungen der Temperatur von Tag zu Tag schwankten zwischen 0.0° und 7.7° und erreichten ihren größten Wert der Jahreszeit entsprechend in den Morgenstunden.

Die im Monat Oktober gefallene Regenmenge von 20.2 mm verteilt sich auf 6 Tage und zeigt gegen den bisher beobachteten Mittelwert eine Abweichung von — 31.4 mm.

Gewitter wurden keine beobachtet; Wetterleuchten am 1., 2. und 4. in der nördlichen Hemisphäre. Nebel trat gar nicht, diesige Luft häufiger in den Morgenstunden auf.

Die mittlere Bewölkung des Himmels war verhältnismäßig groß, es kamen 4 trübe und nur 4 heitere Tage zur Auszählung, gegen 4.4 und 11.2 als bisher beobachteten Mittelwert.

November 1907. Die Witterung war vorwiegend kalt und stürmisch, namentlich die zweite Monatshälfte war durch eine Reihe außerordentlich kalter Tage ausgezeichnet. Was die Wetterlage im einzelnen betraf, so waren zwei verschiedene Perioden deutlich erkennbar. Die erste, die Tage vom 1. bis 14. umfassend, charakterisierte sich durch die überwiegend aus südlichen Richtungen wehenden Winde und verhältnismäßig hohe Temperatur. In der zweiten, vom 15. bis zum Monatsschluß reichenden Periode wehten die Winde ausschließlich aus nördlichen Richtungen, und starker Rückgang der Temperaturen, bei denen an mehreren Tagen selbst das Maximum unter ± 0° lag, war die Folge. In den ersten Tagen des Monats zeigte sich in der Luftdruckverteilung ein Kern höheren Druckes über den nördlichen Küstenmeeren und den Japanischen Inseln; die Druckunterschiede waren nur gering, die Winde daher meist schwach. Diesem langsam ostwärts sich verlagernden Hochdruckgebiet folgte am 6. und 7. eine von Westen heranziehende tiefere Depression, welche in Tsingtau zunächst stürmischen südlichen, später zu schwerem Sturm sich entwickelnden nordwestlichen Wind hervorrief; die Temperatur sank unter dem Einfluß der aus dem kalten Innern des Kontinents erfolgenden Luftzufuhr um mehr als 11° C. Bereits am 8. zeigte die Luftdruckverteilung wieder das gewohnte Bild, geringe Druckunterschiede verursachten schwache, meist südliche Winde und normale Temperatur. Eine Änderung der bestehenden Witterungsverhältnisse erfolgte erst am 15. An diesem Tage breitete sich ein Gebiet tieferen Luftdruckes von Süden her nordwärts aus und rief in Wechselwirkung mit einem über dem nördlichen Festlande sich entwickelnden Hochdruckgebiet stürmische nordwestliche Winde hervor; die Temperatur ging unter ihrer Wirkung erheblich herab, so daß in der Nacht vom 17. zum 18. Frost einsetzte. Der 21. brachte noch einmal bei frischen nordöstlichen Winden erhöhte Temperatur. Eine flachere Depression ging an diesem und den folgenden Tagen das Yangtse-Tal abwärts und brachte vorübergehend auch Tsingtau unter ihren Einfluß; es fielen geringe Niederschläge. Mit dem Umholen des Windes auf mehr nördliche Richtungen am 23. ging jedoch die Temperatur schnell wieder zurück. Bei andauernd unveränderter Lage des Hochdruckgebietes über dem nördlichen Festlande herrschten noch bis zum Monatsschluß fast ununterbrochen frische bis stürmische nördliche Winde bei ungewöhnlich niedriger Temperatur.

Die Mittelwerte der einzelnen meteorologischen Elemente wiesen, abgesehen vom Luftdruck, durchweg erhebliche Abweichungen von den bisher beobachteten Werten auf.

Schwerer Sturm herrschte in der Nacht vom 6. zum 7. Steife bis stürmische Winde ferner am 6. aus südlicher, am 7., 14., 16., 23., 24. und 29. aus nördlicher Richtung; der stürmische NW des 23. führte erhebliche Sandmengen mit sich.

Die mittlere Tagestemperatur lag mit 7.6° um fast 2° unter dem Normalwert. Das Maximum der Temperatur trat am 1. mit 19.4°, das Minimum am 29. bei —4.7° ein. Der Verlauf der höchsten und niedrigsten Temperaturen folgte

deutlich den herrschenden Windrichtungen. Es gelangten 8 Frosttage und 2 Eistage zur Auszählung. Auf den Stauwässern bildete sich gegen Ende des Monats eine dünne Eisdecke, die häufig während des Tages nicht ganz auftaute.

Die monatliche Niederschlagsmenge erreichte eine Höhe von 12.9 mm gegen 4.3 mm als den bisher beobachteten Mittelwert.

Die Bewölkung war groß; es kamen 9 trübe und 10 heitere Tage zur Auszählung.

Herbst 1907. In den Mittelwerten der einzelnen meteorologischen Elemente wies der Herbst nur geringe Abweichungen von den in früheren Jahren gefundenen Normalwerten auf. Nur in dem Verlauf der die Extremtemperaturen darstellenden Kurven kommt die außergewöhnliche Kälte des Monats November zum Ausdruck. Entsprechend der hohen Bewölkung von 5.2 Zehnteln blieb die Anzahl der heiteren Tage (16) um fast die Hälfte gegen die Durchschnittszahl (30) zurück; die Anzahl der trüben Tage betrug 19 gegen 12 als Mittelwert. Die in 12 Tagen gefallene Regenmenge von 64.8 mm zeigt gegen das Mittel früherer Jahre eine Abweichung von —24.8 mm; dieser Unterschied muß jedoch mit Rücksicht auf die große Veränderlichkeit, welcher gerade dieses Element in unserer Gegend unterworfen ist, als unbedeutend bezeichnet werden. In den Windrichtungen überwogen entsprechend der allgemeinen Luftdruckverteilung die nördlichen bei weitem; die mittlere Windstärke von 2.5 der Beaufort-Skala war etwas zu groß.

Einige wenige Bäume, wie Akazie und Alnus, standen im September noch in vollem Wachstum. Gleichzeitig wurde auch der Samen der Akazie reif. Die Samenreife setzte ferner ein bei Pterocarge, Quercus serata und dentata, Kastanie, Acer, Rhus und Thuja.

Im Oktober hatte das Wachstum aufgehört. Die Blätter der Bäume und Sträuche begannen sich zu verfärben, einige, wie Kirsche und Ailanthus, ließen bereits das Laub fallen. Infolge des trockenen Herbstes war die Laubfärbung in diesem Jahre weniger schön und nur von kurzer Dauer. Der Kiefern- und Erlensamen wurde reif. Es folgten mit der Samenreife sämtliche Baum- und Straucharten. Die Chinesenfelder wurden abgeerntet.

Die Vegetationsruhe trat im November ein. Das Laub von den Bäumen fiel ab oder hing vertrocknet an den Zweigen. Die Nadeln der Lärche wurden gelb und fielen ab, die Koniferen nahmen eine rotbraune Färbung an.

Der Vogelzug verteilt sich infolge der häufigen Süd- und Südostwinde auf einen längeren Zeitraum, so daß an den einzelnen Tagen weniger Zugvögel beobachtet wurden. Besonders traf dies für Waldschnepfen und Wachteln zu. Dagegen war die Wildtaube zahlreicher als in den Vorjahren während der Zugzeit vertreten. Der Kartoffelkäfer setzte im Monat September sein Vernichtungswerk in der begonnenen Weise weiter fort. Ein neues Insekt, eine kahle grüne Raupe mit schwarzem Kopf und weißen Seitenstreifen, wurde durch Kahlfraß an der Luzerne schädlich. In den Komposthaufen wurden wieder wie in den Vorjahren erheblich viele Engerlinge gefunden. Die neue Generation der Kiefernraupe war wieder recht zahlreich vertreten.

Dauer des Sonnenscheins.

6	Dezember	187.1 Std.	1907	März	172.0 Std.	1907	Juni	258.7 Std.	1907	September	212.3 Std.
7	Januar	133.6 «	«	April	225.1 «	«	Juli	221.8 «	«	Oktober	195.0 «
	Februar	162.1 «	«	Mai	226.8 «	«	August	187.5 «	«	November	140.5 «
	Winter	482.8 «		Frühling	623.9 «		Sommer	668.0 «		Herbst	547.8 «

Jahr 2322.5 Stunden.

Die Wärmeverhältnisse auf dem Dampferwege zwischen der Deutschen Bucht und New York, dargestellt in Isoplethen-Diagrammen.

Von Prof. Dr. Gerhard Schott, Hamburg.

(Hierzu Tafeln 3 bis 5.)

Eine übersichtliche Darstellung des jährlichen Ganges und der regionalen Verteilung der Temperaturen auf dem wichtigsten Dampferwege der Welt, der Westeuropa und die Ostküste Nordamerikas verbindet, kann wohl nach der praktischen und nach der wissenschaftlichen Seite hin auf Interesse rechnen. Es ist für den Schiffsbetrieb nicht ganz gleichgültig, ob für längere oder kürzere Zeit mit Temperaturen, die dem Nullpunkt naheliegen, gerechnet werden muß oder mit Temperaturen, die vielleicht 10° und darüber betragen; auch hat jeder, der den Ozean kreuzt, den natürlichen Wunsch, jeweils ein Bild von den wahrscheinlich zu erwartenden Temperaturverhältnissen zu gewinnen. In wissenschaftlicher Hinsicht erscheinen die Wärmeverteilung und der jahreszeitliche Wärmegang des Oberflächenwassers am wichtigsten. Eine historische Betrachtung der bisherigen ozeanographischen Expeditionen in ihrer Gesamtheit und die besondere Berücksichtigung der durch die große internationale Kooperation der Meeresforschung geschaffenen Lage und neu aufgewiesenen Probleme drängt wohl — wie ich es schon an anderer Stelle ausführte[1]) — zu dem Schluß, daß »man in absehbarer Zeit die Kräfte konzentrieren sollte auf die systematische Erforschung des Nordatlantischen Ozeans längs der in wissenschaftlichem Sinne vorzüglich geeigneten Linie Englischer Kanal—New York. Die Terminfahrten in den heimischen Gewässern müßten und sollten quer über den Atlantischen Ozean hin ausgedehnt werden; denn nur so dürfte es gelingen, die periodischen und unperiodischen Zustandsänderungen auch der Nordsee und des Norwegischen Meeres nach ihren letzten Ursachen zu verstehen und alle ozeanologischen, biologischen Fragen dieser Gewässer an ihrer Wurzel zu fassen. Eine solche Methode der meereskundlichen Tätigkeit zur See würde zugleich in meteorologischer Hinsicht Erfolge versprechen, nachdem Arbeiten verschiedener Forscher den weitreichenden Einfluß unperiodischer Änderungen der Wärme- und Eisverhältnisse im nordwestlichen Teil des Atlantischen Ozeans bis nach Nordwesteuropa wahrscheinlich gemacht haben«. Ist dieser Gedanke richtig — und ich glaube, Fachgenossen wie z. B. Otto Pettersson, der den Atlantischen Ozean zur Verwunderung manches Lesers und doch mit Recht ein *mare incognitum* genannt hat, werden zustimmen —, dann ist eine naheliegende und mit bereits vorliegendem Material lösbar erscheinende Aufgabe die, etwa für die letzten 20 Jahre die längs des Dampferweges Lizard—Sandy Hook aufgetretenen Abweichungen der atlantischen Meerestemperatur vom Durchschnittswert zu ermitteln und damit einen Einblick in die Wärmeänderungen innerhalb des atlantischen Stromes, in die Pulsationen des »Golfstromes« zu gewinnen. Zu diesem Zwecke müssen aber vorerst die Normalwerte der Oberflächentemperatur festgelegt sein; die mit diesem Aufsatz verbundenen graphischen Darstellungen können vielleicht in dieser Hinsicht eine später benutzbare Grundlage abgeben.

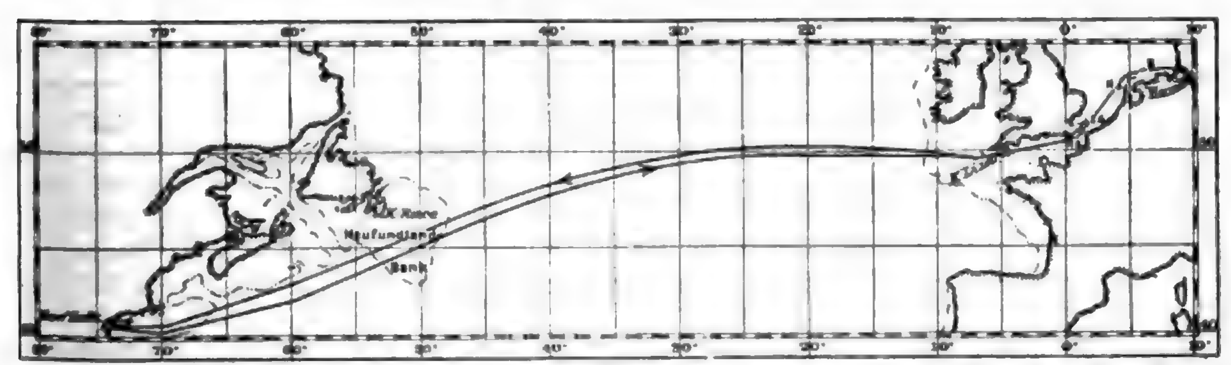
Die Konstruktion von Isoplethen-Diagrammen für die Wassertemperatur, die Lufttemperatur und die Differenz Luft- minus Wassertemperatur stellt vielleicht für die soeben angedeuteten Zwecke und auch für klimatologische Zwecke die übersichtlichste Lösung dar, besonders um deswillen, weil die Zeichnung viel sicherer als Tabellenreihen Fehler oder unsichere Werte aufdeckt und dem Auge kenntlich macht. Ohne im einzelnen auf die Methode der Isoplethen-Konstruktion einzugehen[2]), ist es doch wohl angezeigt, hier kurz soviel zu erwähnen, daß die Tafeln 3 bis 5 kein Profil, auch keine geographische Karte, sondern eben ein »Diagramm«, darstellen, welches folgendermaßen aufgebaut zu denken ist. Die

[1]) Zeitschrift der Ges. f. Erdkunde, Berlin 1907, S. 113.

[2]) Man vgl. hierzu Erck: »Darstellung der stündlichen und jährlichen Verteilung der Temperatur in einem einzigen Diagramm usw.«, D. Meteorol. Zeitschrift II, 1885, S. 281 ff.; auch J. Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 1. Aufl., Leipzig 1901, S. 70—72.

Temperatur eines beliebigen Tages an einer beliebigen Stelle des Dampferweges ist abhängig von zwei Variabeln, nämlich dem Tage und der Örtlichkeit. Die Funktion zweier unabhängiger Variabeln ist nun immer durch Konstruktion einer Fläche darzustellen, so, wie auch die Werte jeder Tabelle mit zwei Eingängen die Punkte einer Fläche ergeben. In einem rechtwinkligen räumlichen Koordinatensystem benutzen wir deshalb die eine Achse zur Abtragung der Örtlichkeiten (hier der geographischen Längen in einem beliebig gewählten Maßstab), die zweite Achse zur Abtragung der Tage, wiederum in einem beliebigen Maßstab, während in der dritten Dimension an den jeweiligen Schnittpunkten von Ortsachse und Tagesachse die zugehörigen Temperaturgrade abgetragen werden. Das entstehende Relief von Wärmeflächen denken wir uns endlich durch Ebenen parallel zur Basis in gleichen Abständen (etwa von Grad zu Grad) geschnitten und die einzelnen Horizontalschnitte auf die Basisebene projiziert: damit haben wir das in der Papierebene gezeichnete Diagramm. Das Isoplethen-Diagramm entspricht also im Prinzip den Höhenschicht- oder Isohypsen-Karten; die geographischen Längen sind auch hier die geographischen Längen, an Stelle der geographischen Breiten treten aber hier die Tage des Jahres, und an Stelle der Isohypsen die Wärmekurven.

In unserm Falle ist eine graphische Verbindung von »Raum« und »Zeit« erfolgt, eine Verbindung, die auch den deutschen Seeleuten vor einigen Jahren eine Zeitlang durch die erstgewählte Form der Witterungsnachrichten im »Internationalen Dekadenbericht« bekannt geworden sein dürfte. Ursprünglich sind die Isoplethen in der Meteorologie hauptsächlich dazu benutzt worden, um für einen bestimmten Ort den jährlichen Temperaturgang mit dem täglichen Temperaturgang vereint nachzuweisen; man kann auch, ebenfalls für einen Ort, den jährlichen Temperaturgang in verschiedenen Tiefen z. B. des festen Bodens oder des Ozeans durch Isoplethen veranschaulichen, letzteres ist z. B. von Hugh Robert Mill in seiner großen Arbeit über den Firth of Clyde geschehen,[1]) und die Aerologie oder die atmosphärische Höhenforschung liefert ja auch bereits regelmäßig Isoplethendiagramme der Wärmeverteilung in den Höhen über einem Ort.[2]) Jedenfalls darf wohl auf diese gewissermaßen plastisch wirkende und für viele Zwecke unübertreffliche Art der graphischen Darstellung von Temperaturverhältnissen einmal wieder hingewiesen werden.



Geographische Lage des nördlichen vereinbarten Dampferweges zwischen Engl. Kanal und New York.

Die Textfigur zeigt die geographische Lage der Orte, welche in den Isoplethen-Diagrammen vereinigt sind; es ist der nördliche der sogenannten »vereinbarten« Dampferwege[3]) zwischen Lizard und New York gewählt worden, weil er über die Neufundlandbank hinweg und recht durch den Labradorstrom führt und daher die thermischen Gegensätze zum Warmwassergebiet am schärfsten

[1]) The Clyde Sea Area. Transactions R. Soc. Edinburgh, Vol. XXXVIII, 1894. Man vgl. auch die zahlreichen Isoplethenfiguren von d'Arcy Thompson im II. Report on investigations in the North Sea, Part I, Hydrography, London 1907.

[2]) Kgl. aeronautisches Observatorium Lindenberg, in Beilagen zur Zeitschrift »Das Wetter«.

[3]) Vgl. hierzu Dampferhandbuch des Atlantischen Ozeans, hrg. von der Seewarte, Hamburg 1905, S. 116—127.

erkennen läßt. Zwischen der für die Ausreise und der für die Heimreise vorgeschriebenen Route — im Höchstbetrage weichen die Routen in Breite um 60 Minuten voneinander ab, und zwar unter 60° W-Lg. — ist die jeweils mittlere Breitenposition gewählt worden, und zwar wurde das Temperaturmaterial für Abschnitte von 5 zu 5° Länge zusammengestellt. Die auf diese Weise ausgesuchten Positionen sind übrigens an dem oberen Rande der Diagramme angeschrieben. Daselbst stehen auch, von Bremerhaven—Cuxhaven an gerechnet, die Distanzen; wir haben 610 Sm oder 1130 km bis Lizard; von Lizard bis 40° W-Lg., einer wichtigen Grenzlinie (unter 48° N-Br.), sind es 1368 Sm = 2534 km; von da bis Sandy Hook 1562 Sm = 2893 km, im ganzen also 3540 Sm = 6557 km. Bei dem für die Veröffentlichung gewählten Maßstab entspricht 1 mm 9 Sm.

Die Hauptquelle für die Temperaturwerte selbst auf dem freien Ozean war die sogenannte »Quadratarbeit« der Seewarte, in welcher nach Eingradfeldern die Mittelwerte der Luft- und Wassertemperatur zu finden sind. Unter Beachtung der Anzahl der im Einzelfall vorhandenen Beobachtungen wurden, wo es notwendig erschien, die Mittelwerte mehrerer benachbarter Eingradfelder derart vereint, daß der Schwerpunkt der Zahlen auf die festgelegte Position fiel; denn wo der Dampferweg z. B. nahe am Rande eines Eingradfeldes entlang läuft, ist es nicht ohne weiteres angängig, die Mitteltemperatur des Eingradfeldes als gültig für die Position auf dem Dampferweg anzusehen. Die Werte für Sandy Hook, die meines Wissens bisher nicht veröffentlicht sind, werden einer gefälligen brieflichen Mitteilung der U. S. Coast and Geodetic Survey in Washington verdankt; die Mittel aus $5^1/_2$ Jahren, 1888 bis 1893, sind hiernach:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Luft °C.	−0.9	−0.6	1.9	9.0	14.7	21.2	22.3	22.5	18.6	11.1	6.4	1.7	10.7
Wasser °C.	1.2	0.9	2.8	8.7	14.5	20.6	22.4	23.1	20.2	12.7	7.7	2.8	11.5

Im Englischen Kanal und in der Nordsee konnte nur eine ganz kleine Anzahl ausgewählter Stationen Aufnahme finden. Unveröffentlicht davon sind bisher die der Seewarte seitens der Wasserbauinspektion in Emden verfügbar gemachten Beobachtungen auf Borkumriff-Feuerschiff; es ist eine 10jährige Serie benutzt worden, deren Veröffentlichung bei späterer Gelegenheit beabsichtigt wird.

Am linken und rechten Rande der Tafeln stehen die Monatsdaten, der 1. Februar, 1. März usw. Nun ist nach dem Quellenmaterial fast nirgends — mit Ausnahme z. B. der Messungen auf Borkumriff-Feuerschiff — eine Berechnung der mehrjährigen Temperaturmittel der einzelnen Monatstage möglich; was vorliegt, sind lediglich die Mittel der Temperaturen aller 30 bzw. 31 Tage bei den Stationen auf Feuerschiffen, und aus einer wechselnden Zahl von Tagen bei den ozeanischen Stationen. Um nun festzustellen, ob es angängig sei, ein solches Monatsmittel ohne zu großen Fehler als identisch mit dem Mittel der Mitte des Monats, dem 15., anzunehmen, dafür einzusetzen und dann graphisch die Werte für die Zwischentage angenähert zu interpolieren, wurden die Verhältnisse auf Borkumriff-Feuerschiff in dieser Hinsicht untersucht, indem die 10jährigen Tagesmittel des 1., 5., 10., 15., 20., 25. eines jeden Monats berechnet und nach ihnen je eine Kurve des jährlichen Wärmeganges der Luft und des Wassers entworfen wurde. Mit diesen Kurven wurden die nach den Monatsmitteln entworfenen Kurven verglichen. Es ergab sich eine im ganzen überraschend große Übereinstimmung; es wird von der Veröffentlichung der Kurven abgesehen, dafür folgt in der Tabelle der Vergleich der Monatsmittel und des Tagesmittels vom 15., d. h. von der Mitte des Monats. Wir sehen, wenn wir den Januar ausnehmen, durchweg sehr geringe Abweichungen, welche sich — bei Nichtbeachtung des verschiedenen Vorzeichens — auf 0.17° oder rund 0.2° im Durchschnitt für die Wassertemperatur und auf 0.39° oder rund 0.4° im Durchschnitt für die Lufttemperatur belaufen. In der Meteorologie wird es im allgemeinen nicht als tunlich erachtet, die Monatsmittel der Temperatur von Landstationen ohne weiteres für identisch mit der Temperatur des mittleren Monatstages anzunehmen, und es sind von verschiedenen Autoren Korrektionsrechnungen beschrieben worden, um die Temperatur des mittleren

Digitized by Google

Monatstages aus den Monatsmitteln abzuleiten.[1]) Für die Meteorologie ozeanischer Stationen dürfte aber, nach dem Ergebnis der Bearbeitung der Beobachtungen von Borkumriff zu schließen, die Sachlage doch günstiger sein und sich jedenfalls innerhalb der mitgeteilten Grenzen die Kurve der Monatsmittel ohne weiteres benutzen lassen, zumal das ozeanische Material sozusagen auf Stichproben aus den verschiedensten Jahren und Jahrzehnten beruht. Andernfalls müßten wir überhaupt für immer darauf verzichten; denn vom freien Ozean werden wir wohl niemals vieljährige Tagesmittel erhalten. Aus diesen Erwägungen heraus habe ich mich befugt geglaubt, am Rande der Isoplethen-Diagramme die Monatstage anzuschreiben und damit die Tafeln auch zum Ablesen der Temperaturen einzelner Tage für geeignet zu erklären. Wer jedoch der vorstehenden Ausführung nicht beizupflichten vermag, dem ist es unbenommen, parallel und mitten zwischen je zwei durchgezogenen Abscissen (z. B. 1. Mai und 1. Juni) eine Linie zu ziehen; er hat dann auf dieser Mittellinie die Werte der Monatsmittel und kann das angeschriebene Datum 1. Mai, 1. Juni usw. tilgen.

Borkumriff-Feuerschiff. **Wassertemperatur.** 10 Jahre 1895—1904.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
Monatsmittel	4.9	3.9	4.5	6.7	9.6	13.7	16.3	17.6	16.5	13.7	10.3	7.0	
Mittel des 15. Monatstages	4.4	3.6	4.4	6.5	9.4	13.6	16.2	17.8	16.5	13.8	10.5	7.1	Mittl. Abweichung
Abweichung	0.5	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1	0.17

Lufttemperatur.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
Monatsmittel	3.6	2.9	4.1	6.7	9.9	14.0	16.4	16.7	15.1	11.5	8.1	5.0	
Mittel des 15. Monatstages	2.3	2.0	3.9	6.4	9.6	13.9	16.7	17.1	15.0	11.6	8.7	4.9	Mittl. Abweichung
Abweichung	1.3	0.9	0.2	0.3	0.3	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.6	0.1	0.39

Die Temperatur des Oberflächenwassers (Tafel 3).

Die dem Auge sofort sich aufdrängende und auffälligste Erscheinung ist die scharfe Grenze unter 40° W-Lg., welche ein westliches Gebiet starker regionaler und jahreszeitlicher Temperaturänderungen trennt von einem zentralen Gebiet mit ungemein geringen örtlichen und mäßigen zeitlichen Variationen; wir können noch ein drittes Gebiet absondern, die östliche innerhalb des Englischen Kanals und der Nordsee liegende Fahrtstrecke, auf der die Wärmeänderungen nach Ort und Zeit wieder größere, aber doch nicht die extremen Beträge der westlichen Strecke erreichen. Wir unterscheiden also eine amerikanische bis 40° W-Lg. reichende Zone, eine ozeanische Zone von 40° bis 10° W-Lg. oder bis Lizard, und eine europäische Zone.

Die eigenartigsten Verhältnisse bietet offenbar die amerikanische Zone, innerhalb deren wir noch wieder drei Unterabteilungen leicht feststellen: a) Dicht unter Land und von Land bis 70° oder 68° W-Lg. treten außerordentlich große Amplituden im Laufe des Jahres auf; das Wasser ist auf dieser Küstenstrecke im Sommer sehr warm, bis 23°, und im Winter sehr kalt, bis nahe an 0°. b) Es folgt von rund 68° bis 60° W-Lg. eine relativ warme Teilstrecke, welche in 65° W-Lg. am deutlichsten ausgeprägt ist; das Wasser ist im Sommer und im Winter hier wärmer als westlich und östlich, und die Jahresschwankung beträgt nur rund 13° gegenüber 23° auf der unter a) genannten Teilstrecke. c) Hieran reiht sich, die amerikanische Zone abschließend, ein im Sommer und im Winter sehr kaltes Gebiet mit dem Zentrum unter rund 50° bis 48° W-Lg.; die Amplitude beträgt ebenfalls nur 13°, aber das mittlere Minimum ist 0.5° und das mittlere Maximum 13.5°, während die entsprechenden Werte auf der Teilstrecke b) 7.5° und 20.5° sind. Wenn wir die Textfigur betrachten, so ist sofort klar, daß auf die einen kontinentalen Charakter aufweisende Küstenstrecke in allen Monaten ein Teil des Golfstromes folgt und von dem Dampferweg etwa bis zum Meridian

[1]) Vgl. zu der ganzen Frage Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 1. Aufl. 1901, S. 98.

von Sable Island durchfahren wird, während in der dritten Unterabteilung c) die kalten Gewässer aus dem St. Lorenz-Golf, von der Neufundlandbank sowie des an deren östliche Kante gelagerten Labradorstromes ihren graphischen Ausdruck gefunden haben.

Die Golfstromstrecke von 68° bis 60° W-Lg. steht sowohl im Winter wie im Sommer für sich da; der Verlauf der Isoplethen zeigt es unverkennbar. Im Winter gelangen die Schiffe nicht unmittelbar vom kalten Wasser der amerikanischen Küste (a) hinein in das Bereich des kalten Neufundlandwassers (c); auch im Sommer ist das dann sehr warme Küstenwasser (a) dennoch deutlich abgesetzt gegen das warme Golfstromwasser (b) durch die eigentümliche unter 70° W-Lg. ersichtliche Knickung der Isoplethen. Wir schließen aus diesen Beobachtungen, daß auf der Strecke b) tatsächlich eine bestimmte von a) und c) verschiedene Wasserart mit spezifischem Wärmegang vorliegt, daß also der Golfstrom in allen Monaten bis 41.3° N-Br. unter 65° W-Lg. und bis 42.5° N-Br. unter 60° W-Lg. reicht. Dies ist ein immerhin beachtenswertes Ergebnis, das bei der Konstruktion des Diagrammes nicht vorauszusehen war, beachtenswert auch um deswillen, weil wir über die jahreszeitliche Lage der Nordkante des Golfstromes durchaus nicht genügend orientiert sind,[1]) und weil zahlreiche Stromkarten auf der Strecke südlich von Sable Island außerhalb der 200 m-Linie, also auch über tiefem Wasser, letzte Ausläufer des Labradorstromes annehmen; diese Auffassung dürfte zu verlassen sein.

In der ozeanischen Zone von 40° bis 10° W-Lg. sind die Unterschiede in der Temperatur von Ort zu Ort und von Monat zu Monat erstaunlich gering; die Jahresschwankung beträgt nur 4° bis 6° gegenüber 23°, 13° und 13° in den drei Unterabteilungen der amerikanischen Zone. Dabei ist die Wärmesumme des Jahres in dieser die Mitte des Ozeans einnehmenden Region weitaus am größten, größer sogar als über der soeben besonders behandelten Golfstromstrecke, und dies, obwohl wir uns unter 40° bis 10° W-Lg., gemäß der geographischen Lage des Dampferweges, durchweg in höherer Breite befinden als unter 70° bis 60° W-Lg.; einen Anhalt hierfür gewährt die am Schluß gegebene Zusammenstellung der Jahresmittel. Die Spärlichkeit der Isoplethen bringt die Gleichmäßigkeit der »atlantischen Trift« zum Ausdruck; interessant ist, daß im Winter von der westeuropäischen Seite her eine bis über 20° W-Lg. westwärts sich erstreckende Abkühlung vorhanden zu sein scheint, man vergleiche die Isoplethe von 11° und 10° C. um die Mitte Februar.

Auf der in den Kanal und in die Nordsee fallenden europäischen Strecke sind die Schwankungen hauptsächlich durch den Einfluß der umgebenden Küsten bedingt und halten sich auf einer mittleren Höhe, nämlich von 8° bis 10° im Kanal und 10° bis 13° in den Hoofden; in den Flußmündungen von Weser und Elbe steigt die Jahresamplitude sogar auf 18° bis 19°, erreicht also die amerikanische Höhe — 23° bei Sandy Hook — doch nicht. — Die Isoplethen der

Lufttemperatur (Tafel 4)

sind in den Grundzügen denen der Wassertemperatur durchaus ähnlich, sodaß hier wie dort drei Zonen unschwer sich unterscheiden lassen. Die bedeutsame Grenze um 40° W-Lg. prägt sich nicht ganz so scharf aus wie auf Tafel 3; immerhin ist es überraschend zu sehen, wie schnell die Luftmassen im Winter sich erwärmen, wenn sie bis über das warme Wasser der Ozeanmitte gelangen. Die täglichen synoptischen Wetterkarten vom Nordatlantischen Ozean — wie überhaupt die kartographischen Augenblicksbilder von atmosphärischen Depressionen — erwecken vielfach den Anschein, als ob ein spiraliges Einströmen der Luftmassen nach dem Minimum hin stattfinde; in Wirklichkeit ist dies aber auf dem Nordatlantischen Ozean, wenigstens im Winter, wegen der meist sehr erheblichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gesamtdepression als solcher von Westen nach

[1]) Vgl. hierüber Schott, »Die Gewässer der Neufundlandbank und ihrer weiteren Umgebung« in Peterm. Geograph. Mitteil. 1897, S. 204 u. Taf. 15.

Osten nicht oder nur in geringem Maße der Fall. Shaw und Meinardus[1]) haben über diese wahren Bahnen oder absoluten Bewegungen der Luftteilchen im Raume interessante Studien angestellt. Es werden also aus dem nördlichen Nordamerika im Winter stets neue Luftmassen zum Ozean hinausgeführt, und trotzdem tritt eine meist schnelle Anpassung der Temperatur dieser Luftmengen an die ozeanischen Temperaturen ein.

Die Jahresschwankungen der Lufttemperatur sind auf den einzelnen Strecken meist 1° bis 2° größer als die der Wassertemperatur; die Eintrittszeiten des Minimums und des Maximums — meist Mitte Februar und Mitte August, nur unmittelbar an Land bei Sandy Hook und in der Deutschen Bucht Anfang Februar und zweite Hälfte Juli — entsprechen denen der Wassertemperatur. Lehrreich sind die Isoplethen der

Differenz Lufttemperatur minus Wassertemperatur (Tafel 5).

Von Anfang September bis Ende März ist auf der hier in Betracht kommenden Ozeanstrecke im allgemeinen die Luft kälter als das Wasser, wärmer aber nur in den Monaten April bis August, beide eingeschlossen; dabei gilt durchweg, daß die negativen Differenzen größere Beträge erreichen als die positiven Differenzen, d. h. in unserm Falle: das Wärmedefizit auf seiten der Luft während der Herbst- und Wintermonate ist größer als der Wärmeüberschuß während der Frühjahrs- und Sommermonate. Diese beiden Tatsachen bewirken, daß im Jahresdurchschnitt auf dem vereinbarten Dampferweg das Wasser wärmer ist als die darüber liegende Luft — wie dies für die meisten anderen Regionen der Ozeane allgemein gilt.[2]) Nur im Bereich der Neufundlandbank und des Labradorstromes, auf der Strecke von rund 55° bis 45° W-Lg., wird im Jahresmittel und in den meisten Einzelmonaten das Wasser kälter als die Luft gefunden; von Anfang März bis in den Oktober hinein ist hier die Luft wärmer als das Wasser, und ganz charakteristisch ist der Umstand, daß im Juni dieser Überschuß zugunsten der Luft ein Maximum mit 2.1° erreicht, zu der Zeit also, da der Eistransport des Labradorstromes seinen Höhepunkt erreicht oder doch kurz vorher erreicht zu haben pflegt. Nirgends wieder auf der hier untersuchten Ozeanstrecke und zu keiner Jahreszeit finden wir eine positive Differenz Luft- minus Wassertemperatur von mehr als 2°.

Sehr beachtenswert sind ferner die zwei jeweils etwa 5 Längengrade umfassenden Strecken, auf denen während des ganzen Jahres, also auch im Frühjahr und Sommer, die Luft kälter ist als das Wasser, somit negative Differenzen durchweg beobachtet werden; es ist dies erstens die Golfstromstrecke von rund 65° bis 58° W-Lg. mit dem Zentrum unter 60° W-Lg.,[3]) und zweitens ein eben östlich von 40° W-Lg. liegendes Gebiet, in welchem die warme atlantische Trift nach allem, was wir wissen, ebenfalls energisch nordöstlich vorstößt und daher auch einen durchgängigen, im Frühjahr besonders großen Wärmeüberschuß auf seiten des Wassers bewirkt. Wie die Schlußtabelle erkennen läßt, ist die Jahresdifferenz: Luft minus Wasser über diesen zwei Warmwasserstrecken —1.9° und —2.1°, während die entsprechende Zahl über der Kaltwasserstrecke sich zu +0.5° berechnet. — Daß in Bremerhaven und Cuxhaven das Wasser auch im Sommer wärmer erscheint als die Luft, findet seine Erklärung dadurch, daß Beobachtungen der Flußtemperatur nur um 8h V. in Vergleich gezogen werden konnten; es wäre daher vielleicht besser gewesen, diese äußerste Strecke am

[1]) Shaw in Journal R. Met. Soc. XXIX, 1903 243; Meinardus in Met. Zeitsch. 1903, 529 ff.; vgl. auch Hann, Lehrb. d. Met., 2. Aufl. 1906, S. 389.

[2]) Man vgl. hierzu Köppen in Ann. d. Hydr. usw. 1890, S. 445 ff.; auch Krümmel im Handbuch der Ozeanogr. I, 2. Aufl., S. 386.

[3]) Hier kommt es in Einzelfällen, z. B. bei schweren winterlichen NW-Stürmen, zu ganz außerordentlich großen Unterschieden zwischen Luft- und Wassertemperatur; am 22. Januar 1885 beobachtete Dampfer »Nürnberg« —2° bis —3° Kälte, während das Wasser gleichzeitig 11° hatte (vgl. Köppen a. a. O.). Anderseits kann im Polarstrom, zwischen 50 und 40° W-Lg. unseres Dampferweges, im Frühsommer, wenn daselbst vielleicht noch Eis treibt, aber südliche Winde vom Golfstrom Wärme heranbringen, das Wasser gelegentlich um 10 bis 15° kälter sein als die Luft; so fuhr Dampfer »Baltimore« am 26. Juni 1873 unter 51° W-Lg. in 43° N-Br. bei mäßigem SSO-Wind und drückender Hitze von 25.6° durch Wasser von 8.8°!

rechten Rande der drei Isoplethen-Diagramme ganz wegzulassen und mit der eigentlichen Seestrecke »Weser—Elbe-Mündung« zu beginnen, so, wie am linken Rande mit Sandy Hook und nicht mit New York die Darstellung endet.

Es folgen nun die Temperaturwerte der Ozeanstrecke für Schnittpunkte von 10 zu 10° Länge.

Monat	70° W-Lg. 40.5° N-Br.		60° W-Lg. 42.5° N-Br.		50° W-Lg. 45.5° N-Br.		40° W-Lg. 48° N-Br.		30° W-Lg. 49.5° N-Br.		20° W-Lg. 50° N-Br.		10° W-Lg. 50° N-Br.		Lizard	
	L	L-W	L	L-W	L	L-W	L	L-W	L	L-W	L	L-W	L	L-W	L	L-W
Januar	3.0	−*2.3*	4.0	−*3.0*	1.3	−*1.2*	7.0	−*4.4*	8.6	−*2.5*	10.3	−*1.1*	9.6	−0.7	8.0	*1.4*
Februar	1.4	−*2.0*	3.7	−*3.1*	0.9	−*0.4*	7.5	−*3.9*	10.0	−*1.6*	10.5	−*0.4*	9.4	−*0.4*	8.3	−*0.5*
März	3.0	−*0.6*	2.8	−*2.4*	1.0	*0.5*	8.5	−*2.5*	10.7	−*0.6*	10.9	−*0.2*	10.1	−*0.1*	8.9	−*0.3*
April	6.3	*0.5*	6.0	−*1.3*	2.9	*1.2*	9.6	−*2.5*	12.2	*0.1*	12.2	*0.3*	11.1	*0.4*	9.6	*0.0*
Mai	10.2	*1.8*	8.7	−*0.5*	4.8	*1.8*	11.1	−*1.8*	13.2	*0.4*	13.0	*0.3*	12.1	*0.6*	11.5	*0.1*
Juni	14.2	*1.0*	13.6	−*0.3*	7.7	*2.1*	13.9	−*0.2*	14.5	*0.4*	14.7	*0.6*	14.5	*0.9*	14.5	*0.6*
Juli	18.1	*0.8*	18.0	−*0.2*	12.9	*1.4*	15.3	−*0.3*	15.4	*0.6*	16.7	*0.8*	16.5	*0.6*	16.2	*0.8*
August	19.4	*0.5*	19.9	−*0.9*	15.3	*1.1*	16.3	−*0.6*	16.2	*0.3*	16.6	*0.4*	16.8	*0.4*	16.8	*1.0*
September	16.9	−*0.6*	17.5	−*1.6*	14.2	*0.7*	15.4	−*0.8*	14.5	−*0.6*	15.6	−*0.1*	16.0	*0.0*	15.0	*0.0*
Oktober	13.2	−*1.6*	14.1	−*2.4*	10.6	*0.0*	14.3	−*1.7*	13.2	−*0.8*	14.2	−*0.3*	13.5	−*0.3*	12.4	−*1.1*
November	8.4	−*2.6*	9.0	−*3.7*	7.0	−*0.2*	11.4	−*2.9*	12.3	−*1.1*	12.3	−*0.5*	11.4	−*0.7*	10.1	−*1.6*
Dezember	5.3	−*2.8*	5.4	−*3.5*	3.8	−*1.0*	9.0	−*4.0*	10.8	−*1.5*	11.6	−*0.6*	10.3	−*0.8*	8.8	−*1.6*

L = Lufttemperatur. L-W = Lufttemperatur minus Wassertemperatur.

Hieraus ergibt sich zum Schluß die Zusammenstellung der Jahresmittel.

Jahresmittel	70° W-Lg. 40.5° N-Br.	60° W-Lg. 42.5° N-Br.	50° W-Lg. 45.5° N-Br.	40° W-Lg. 48° N-Br.	30° W-Lg. 49.5° N-Br.	20° W-Lg. 50° N-Br.	10° W-Lg. 50° N-Br.	Lizard
Lufttemperatur	9.9	10.2	6.9	11.6	12.6	13.2	12.6	11.7
Wassertemperatur	10.6	12.1	6.4	13.7	13.2	13.3	12.6	12.0
Luft- minus Wassertemperatur	−*0.7*	−*1.9*	+*0.5*	−*2.1*	−*0.6*	−*0.1*	*0.0*	−*0.3*
Schwankung der Lufttemperatur	18.0	17.1	14.4	9.3	7.6	6.4	7.4	8.8
Schwankung der Wassertemperatur	15.5	15.6	13.7	5.9	4.8	5.3	6.6	7.0

Stündliche Änderungen der hydrographischen und biologischen Verhältnisse auf der Reede von Ostende (7/8. September 1906).

(Hierzu Tafel 6.)

Ebenso wie die Meteorologie ist die Meereskunde neuerdings dazu übergegangen, den Zustand und die Bewegungen des sie beschäftigenden Mediums sowohl an der Oberfläche wie in der Tiefe durch gleichzeitige, nach internationaler Vereinbarung ausgeführte Beobachtungen festzulegen, um einen Überblick über die Veränderungen, welche erfolgen, zu gewinnen und um die Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten in den Bewegungsvorgängen studieren zu können.

Die Kosten für diese Untersuchungen sind sehr erhebliche, da man zur Ausführung der Arbeiten besonderer Schiffe mit teuren Maschinen und Instrumenten bedarf, so daß man sich auf vierteljährlich stattfindende Terminfahrten in den Nordeuropäischen Meeren beschränkt hat, deren Ergebnisse durch den »Conseil international pour l'Exploration de la Mer« einheitlich veröffentlicht werden.

Diese Terminfahrten können bei weitem nicht alle Probleme lösen, welche das Meer (namentlich in der Berührungszone mit dem Festland, der Küste) bietet,

so daß neben der Beteiligung an den internationalen Arbeiten jedes Land gesonderte Forschungen anstellt. Die Veröffentlichung der Ergebnisse dieser Forschungen erfolgt in gesonderten, meist zwanglos in Serien erscheinenden Heften wie in den von deutscher Seite herausgegebenen »Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen der Kieler Kommission« oder in den dänischen »Meddelelser for Havundersøgelser« u. a. m.

Zu diesen Veröffentlichungen gesellt sich jetzt das erste Heft einer neuen Serie von Arbeiten, welche zum Gegenstand Forschungen über die hydrographischen Verhältnisse (milieu marin) und deren Veränderungen an der belgischen Küste haben und vom belgischen Naturhistorischen Museum herausgegeben werden.[1])

Als Ergänzung zu den von Belgien ausgeführten vierteljährlichen Terminfahrten dienen stündliche und tägliche meteorologische sowie ozeanographische Beobachtungen vom Feuerschiff »West-Hinder« verbunden mit wöchentlichen Planktonfängen, ferner einmal wöchentlich halbstündige physikalische Beobachtungen der Dampfer auf der Reise von Ostende nach Tilbury an der Themse, schließlich gelegentliche Beobachtungen ozeanographischer oder biologischer Natur auf Schleppschiffen, Kuttern und Segelbooten. Hierzu traten im letzten Jahre eine Reihe von Beobachtungen, welche vom verankerten Schiff aus den physikalischen und biologischen Änderungen des Meeres von Stunde zu Stunde nachgingen. Die Ergebnisse der ersten Beobachtungsreise vom 7. und 8. September 1906, die Änderungen der hydrographischen Verhältnisse während zweier Gezeitenwechsel auf der Höhe von Ostende registrierend, liegen uns als erste dieser Arbeiten vor.

Der Herausgeber betont, daß es sich im allgemeinen nur um die Festlegung derjenigen hydrographischen Änderungen handelt, welche die Biologie — sein Spezialfach — angehen; da aber die Ozeanographie alle festgestellten Angaben interessieren dürften, so veröffentlicht er das gesamte gewonnene Material in extenso unter Beifügung zahlreicher Diagramme. Die Gewinnung der Angaben bedingte einen erheblichen Arbeitsaufwand; die stündlichen Beobachtungen erstreckten sich auf:

Tiefe — Stromrichtung und Geschwindigkeit — Zustand der See — Farbe und Durchsichtigkeit — Menge der festen Schwebepartikel im Oberflächen- und Bodenwasser — Salzgehalt des Oberflächen- und Bodenwassers sowie Temperatur desselben — Oberflächen- und Bodenplankton — Temperatur und Druck der Luft — Windrichtung und Geschwindigkeit; folgen sollen später Untersuchungen über Bakterien und gelöste organische Substanzen.

Die gewonnenen Daten sind sehr geschickt in einem Diagramm vereinigt, welches hier wiedergegeben ist (Tafel 6); die französischen Bezeichnungen desselben sind übersetzt. Da Gilson eine von anderen Autoren z. T. abweichende Bezeichnung der einzelnen Gezeitenphasen einführt, so gehe ich zunächst mit einigen Worten hierauf ein, indem ich gleichzeitig versuche, für den französischen Ausdruck den sachgemäßen deutschen zu setzen.

A. Die kritischen Momente.

Zur Analyse des Diagramms (siehe dieses) unterscheidet Gilson eine Anzahl von kritischen Momenten (instants critiques), im Diagramm kurzweg mit »K. M.« bezeichnet, indem er darunter den Zeitpunkt versteht, in welchem die Bewegung, von der das Wasser beseelt ist, sich ändert oder aufhört sich zu ändern in Geschwindigkeit oder in Richtung. Es ergeben sich danach folgende kritische Momente:

I. Kritischer Moment der Gezeit (Inst. crit. de marée).

Der Zeitpunkt, in dem die Wasserschicht anfängt, ihre Dicke in dem einen oder anderen Sinne zu verändern: der Moment des Hoch- oder des Niedrigwassers (l'étale de marée haute et l'étale de marée basse).

[1]) G. Gilson: Exploration de la Mer sur les Côtes de Belgique. Extrait des Mém. du Musée Royal d'Hist. Nat. de Belgique. T. IV, I^ère Sér. Recherches sur le Milieu Marin et ses Variations au Voisinage de la côte belge. 1907 Bruxelles.

II. Kritischer Moment der Strömung (Inst. crit. de courant).

Der Zeitpunkt, in welchem eine Bewegung mit horizontaler Versetzung der Wassermassen, nachdem sie eine Zeitlang konstante Richtung gehabt hat, anfängt ihre Richtung zu ändern oder, in welchem sie nach wechselnden Richtungen eine konstante Richtung annimmt. Ebenso für die Geschwindigkeit. Es ergibt sich danach

1. Der kritische Moment der Richtung:
   a) Der kritische Anfangsmoment der regelrechten Flut und der regelrechten Ebbe (l'inst. crit. initial du flot et du jusant régulier) am Ende der kreisenden Bewegung (mouvement giratoire), wenn die Stromrichtung konstant wird.
   b) Der kritische Endmoment der regelrechten Flut und Ebbe, wenn die Stromrichtung veränderlich wird.

Zwischen dem kritischen Anfangs- und Endmoment der Richtung derselben Strömung liegt die »regelrechte Flut« oder die »regelrechte Ebbe«.

Zwischen dem kritischen Endmoment der Richtung des einen Stromes und dem kritischen Anfangsmoment der folgenden Strömung liegt das Kreisen oder die kreisende Bewegung (le giratoire), entweder das Kreisen von Flut zu Ebbe oder von Ebbe zu Flut.

2. Der kritische Moment der Geschwindigkeit:
   a) Der obere (supérieur) kritische Moment der Geschwindigkeit von Flut oder Ebbe, kurz das Maximum der Geschwindigkeit, nach dem diese abzunehmen beginnt.
   b) Der untere (inférieur) kritische Moment der Geschwindigkeit gleich dem Minimum der Geschwindigkeit in der kreisenden Bewegung, nach dem die Geschwindigkeit anfängt zuzunehmen.

Dies ist das Stillwasser der Ebbe oder Flut (étale de flot, étale de jusant).

Die Grenze zwischen der Ebbe- und Flutströmung bildet demnach das Minimum der Stromgeschwindigkeit, während der Strom kreisend umsetzt, dagegen nicht eine bestimmte Richtung. Da die Richtung im Augenblick der geringsten Geschwindigkeit eine ziemlich konstante ist — an der belgischen Küste fällt sie annähernd mit dem magnetischen Meridian zusammen — so kann man in der Praxis hier sagen, daß Flut läuft, sobald die Strömung aus westlichen Richtungen kommt, und umgekehrt. (Die Richtung der Strömung ist in der vorliegenden Arbeit und auch hier nach dem Ursprungsort — wie beim Wind — bezeichnet.)

In der Flut- und Ebbeströmung unterscheidet Gilson noch die »regelrechte« Flut und Ebbe und zwar scheidet er diese ab nach der Konstanz der Richtung und nicht nach einer bestimmten Geschwindigkeit (wie M. Petit). Er versteht unter »regelrechter« Flut oder Ebbe denjenigen Teil der betreffenden Phase, während welcher der Strom dieselbe Richtung innehält ohne Rücksicht auf die Größe der Geschwindigkeit, indem er bemerkt, daß während dieses Zeitraumes der Einfluß der Gestirne die lokalen Einflüsse überwiegt, welche letzteren bei Abschwächung des ersteren Einflusses die kreisende Bewegung verursachen.

Die Faktoren »Absolute Richtung« und »Absolute Geschwindigkeit« werden also eliminiert; es hat dieses noch den Vorteil, daß der Begriff »Regelrechte Flut« usw. an der ganzen Küste einheitlich verwandt werden kann. Die vorgebrachten Argumente erscheinen einleuchtend, solange nicht — wie Gilson selbst bemerkt — besseres Beobachtungsmaterial in längeren Reihen zu anderen Schlüssen führen.

Zu beachten ist noch, daß häufig mehrere kritische Momente zusammenfallen, jedoch nicht immer dieselben.

B. Die Änderungen der Tiefe.

Während der Dauer der Beobachtungen, und auch vorher, waren die Witterungsbedingungen günstig, die See war stets ruhig und es wehten leichte westliche Winde. Geankert wurde bei 30 m Kette auf dem Südost-Ende einer

Digitized by Google

schwarzen Schlammbank. Die Tiefe wurde stündlich festgestellt und schwankte zwischen 5.50 m und 10.00 m. Es ist nun auch möglich aus den Aufzeichnungen des Flutautographen in Ostende die Wasserhöhe über dem Nullpunkt (Niveau des Niedrigwassers der Springzeit) zu entnehmen. Bringt man diese Beträge an die geloteten Tiefen an, so muß sich die mittlere Tiefe ergeben, so daß man nur einmal zu loten braucht und später die Höhe des Wassers für die verschiedenen Beobachtungszeiten aus dem Flutautographen entnehmen kann. Um die Probe auf das Exempel zu machen, sind von Gilson sämtliche geloteten Tiefen mittels der Flutautographen-Angaben reduziert worden, und es ergab sich das überraschende Resultat, daß die so reduzierten Tiefen Differenzen bis zu 1.3 m aufwiesen. Dieses ist auch aus dem beigefügten Diagramm (Taf. 6) ersichtlich, wo die einzelnen Kurven wiedergegeben sind. Die Flutautographenkurve müßte theoretisch parallel der Lotkurve gehen und die mittlere Tiefenkurve sowie die reduzierte Lotkurve müßten zusammenfallen.

Die Differenz von 1.3 m ist so groß, daß Beobachtungsfehler nicht in Betracht kommen, auch wird der Pegelmesser sowie seine Aufstellung ausdrücklich als gut bezeichnet. Das Nächstliegende ist, Unebenheiten des Meeresbodens zu mutmaßen, da das Schiff an langer Kette mit Flut und Ebbe hin und her schwoijt. Es zeigt sich aber, daß gerade die reduzierten Lotungen der Ebbe- und Flutlage des Schiffes gut übereinstimmen, auch die auf rechtwinkligem Kurse zu diesen Lagen ausgeführten Lotungen zeigen nur eine Differenz von 0.15 m, so daß die Ursache für die großen Differenzen der reduzierten Tiefen überhaupt eine andere sein muß. Man setzt nun im allgemeinen voraus, daß die Meeresoberfläche zwischen der Küste und einem Punkte nahe der Küste horizontal ist, während sie in Wirklichkeit Deformationen, Hebungen und Senkungen, unterliegt, welche sich jedoch wahrscheinlich an zwei Beobachtungspunkten, wie sie hier in Betracht gezogen worden sind, nicht gleichzeitig, und nicht mit gleicher Intensität geltend machen. Gilson kommt daher zu dem Schluß, daß die wechselnde Höhe der Wasserschicht an einem Punkt in Küstennähe im gegebenen Moment aus Flutautographen-Aufzeichnungen nicht mit Genauigkeit zu ermitteln ist. Um diese Verhältnisse näher zu studieren, sollen später Beobachtungen auf einem vor vier Ankern liegenden Schiff gemacht werden. — Diese haben nicht nur theoretisches Interesse, sondern tragen auch einem praktischen Bedürfnis, der Genauigkeit der Seekarten, Rechnung.

Die Beobachtungen fanden vier Tage nach Springflut statt, so daß das Ausmaß der Gezeiten im Abnehmen begriffen war. Dieses betrug zwischen erstem Hoch- und Niedrigwasser 4.50 m, ebensoviel zwischen diesem und dem darauf folgenden Hochwasser, nach welchem es auf 4.00 m herunterging. Das darauf folgende Hochwasser zeigte aber keine Abnahme, sondern eine Zunahme, so daß der regelrechte Verlauf gestört erscheint — eine größere Störung hatte ebenfalls am 6. September mittags stattgefunden, wo statt Abnahme eine Zunahme des Hochwassers um 1 m eingetreten war (nach den Aufzeichnungen des Flutautographen). Die Dauer des ersten Fallend-Wasser betrug 7ᵸ, des zweiten 6ᵸ, des ersten Steigend-Wasser 5ᵸ, des zweiten 6ᵸ. Da im Durchschnitt Fallend-Wasser bedeutend länger dauert wie Steigend-Wasser, so ist das zweite Fallend-Wasser kürzer wie beim durchschnittlichen Verlauf gewesen.

C. Die Änderungen der Strömungen.

Die Feststellung der Stromrichtung geschah mittels einer dünnen Leine mit Schwimmer, welche vom Heck aus beobachtet wurde, diejenige der Geschwindigkeit mittels des Ekmanschen Strommessers. Zur Feststellung der Richtung eignete sich dieser nicht, da er durch die Bewegungen des Schiffes in zu starke Schwingungen geriet; auch kann man den Strom nicht aus der Richtung, in welche sich das Schiff einstellt, bestimmen, da diese eine Resultante der Wind- und Stromwirkung ist. Die beobachteten Geschwindigkeiten und Richtungen sind im Diagramm (Taf. 6) wiedergegeben; während der regelrechten Flut oder Ebbe (definiert durch die Konstanz der Richtung) ändern sich die Geschwindigkeiten (ausgedrückt in Zentimeter p. Sek.) meist nicht erheblich — während der kreisenden

Digitized by Google

Bewegung ändern sie sich meist bedeutend schneller. Die Dauer der regelrechten Flut oder Ebbe schwankt zwischen 1 und 3 Stunden.

Gilson versucht auf Grund der Geschwindigkeiten des Flut- oder Ebbestromes eine Schätzung der durch die Gezeitenströme erfolgten Wasserversetzungen, indem er die hypothetische Annahme macht, daß ein Flüssigkeitsmolekül vom Beobachtungsorte mit der ersten Flut nach Nordosten versetzt, dann mit der folgenden Ebbe zurückgekehrt wäre, und daß ferner die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsteilchens in horizontaler Richtung während der Wanderung denselben Änderungen unterworfen gewesen sei, wie die Stromgeschwindigkeiten, welche auf dem Schiff beobachtet worden sind. (Die Geschwindigkeiten unter 15 cm p. Sek. werden hierbei nicht mitgezählt.) Auf diese Weise soll festgestellt werden, ob während der beiden beobachteten Gezeiten annähernd gleiche Volumina Wasser bewegt worden sind. Es ergaben sich folgende Zahlen:

Erste	Flut	(2^h N.— 6^h N.)	= 7.1352 km[1])	Weg.	
«	Ebbe	(8^h N.—12^h N.)	= 5.3748	«	«
Zweite	Flut	(2^h V.— 6^h V.)	= 4.5828	«	«
«	Ebbe	(8^h V.— 1^h N.)	= 8.3520	«	«

Während die ersten drei Phasen die Abnahme der Gezeiten wiedergeben, übertrifft die 2. Ebbe an absoluter Geschwindigkeit wie an zurückgelegten Kilometern erheblich alle anderen, so daß sie als Ausnahme zu betrachten ist oder als Störung der regelmäßigen Vorgänge. Nach unserer Annahme hätte danach ein Wasserteilchen nach der vierten Phase nicht nur seinen Ausgangsort wieder erreicht, sondern wäre mehrere Kilometer nach Südwesten geströmt.

Geht man nun andererseits nicht von der Geschwindigkeit, sondern von dem Merkmal konstanter Richtung aus, der regelrechten Flut oder Ebbe, wie sie Gilson definiert, so erhält man folgende Werte:

Erste	regelrechte	Flut	(2^h N.— 4^h N.)	= 4.024 km	Weg.	
«	«	Ebbe	(9^h N.—11^h N.)	= 3.128	«	«
Zweite	«	Flut	(2^h V.— 4^h V.)	= 2.732	«	«
«	«	Ebbe	(9^h V.—10^h V.)	= 1.843	«	«

Der durchlaufene Weg während der regelrechten Flut übertrifft demnach denjenigen der rücklaufenden regelrechten Ebbe, allerdings ist zu beachten, daß bei dieser Rechnung bei der zweiten Ebbe die große Geschwindigkeit von 10^h bis 11^h, wo die Richtung sich ein wenig änderte, nicht mit berücksichtigt worden ist. Andererseits stellt diese große Geschwindigkeit bei fallend Wasser die Strömung vor, welche die zweite Ebbe beeinflußt.[2]) Beobachtungen der Strömung am Boden konnten leider, da nur ein Apparat vorhanden war, nicht

[1]) Etwas zu klein, da die Flut schon vor Beginn der Beobachtung begonnen hatte.

[2]) Die Beobachtungen fanden vier Tage nach Springflut statt, so daß, wie auch oben S. 119 bemerkt, das Ausmaß der Gezeiten in Abnahme begriffen war. Zieht man diesen Umstand in erster Annäherung dadurch in Rechnung, daß man das Mittel der Wege der ersten und der zweiten Flut = 3.378 km mit dem Weg der zwischenliegenden ersten Ebbe = 3.128 und das Mittel der Wege der ersten und der zweiten Ebbe = 2.486 mit dem Weg der zweiten Flut 2.732 km vergleicht, so ergibt sich bereits eine größere Übereinstimmung der bei regelrechter Flut und regelrechter Ebbe durchlaufenen Wege. Ferner sind die Abnahmen der Wege von der ersten zur zweiten Flut = 1.292 km und von der ersten zur zweiten Ebbe = 1.285 km nahezu gleich. Dementsprechend ist dies auch für die beobachteten Abnahmen der Wege um 0.896 km und 0.889 km von den Fluten zu den zunächstfolgenden Ebben der Fall, während die Abnahme von der ersten Ebbe zur zweiten Flut = 0.396 km in den vorliegenden Beobachtungen erheblich geringer ist, als jene. Es ist hierbei aber zu berücksichtigen, daß zwischen dem Eintritt der beiden Fluten und der ihnen folgenden Ebben 7 Stunden, zwischen dem Eintritt der ersten Ebbe und zweiten Flut nur 5 Stunden liegen. Unter Annahme einer linearen Abnahme der Wege mit der Zeit berechnet sich aus dem Mittel der Abnahmen der Wege innerhalb der je 12 Stunden zwischen den Eintrittszeiten der beiden regelrechten Fluten und der beiden regelrechten Ebben die stündliche Abnahme der Wege zu 0.1074 km. Daraus ergibt sich für die 7 Stunden zwischen den regelrechten Fluten und folgenden regelrechten Ebben eine Abnahme der Wege um 0.752 km, für die 5 Stunden zwischen der regelrechten ersten Ebbe und folgenden Flut eine solche um 0.537 km. Die Differenzen zwischen den so berechneten und den beobachteten Abnahmen dürften innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegen. Im übrigen muß es, wie Gilson selbst bemerkt, auch weiteren Beobachtungen vorbehalten bleiben, ob nicht vor der Springflut die Verhältnisse sich derartig entgegengesetzt gestalten, daß die nach den vorliegenden Beobachtungen überwiegende Flutströmung durch eine alsdann überwiegende Ebbeströmung wieder ausgeglichen wird. D. Red.

gemacht werden. Jedenfalls ist aus obigem schon ersichtlich, daß es an gutem Beobachtungsmaterial noch fehlt, namentlich an langen Reihen mit regelmäßigen Strommessungen, um den normalen Bewegungszustand des Wassers bei Ebbe und Flutströmungen exakt festlegen zu können.

D. Die Änderungen des Salzgehalts.

Die Bestimmungen des Salzgehalts sind durch Ausfällung des Chlors mittels Silbernitrat erhalten; die Werte, nach Knudsens Tabellen berechnet, sind in dem Diagramm (Taf. 6) in zwei Kurven wiedergegeben, von denen die obere den Salzgehalt des Oberflächenwassers, die untere den des Bodenwassers anzeigt. Wie ersichtlich, sind 1. die Differenzen im Salzgehalt beträchtlich. 2. Die Werte an der Oberfläche und am Boden keineswegs gleich, sondern häufig sehr verschieden. Die absolute Schwankung in der beobachteten Periode beträgt 1.26 $^0/_{00}$, das Maximum 34.43 $^0/_{00}$, das Minimum 33.17 $^0/_{00}$. Maximum wie Minimum des Salzgehalts treten in der Regel nach Hoch- bzw. Niedrigwasser ein, das Minimum zuweilen erst mehrere Stunden später.

Bezeichnet man mit hohem Salzgehalt denjenigen über 34.0 $^0/_{00}$, mit mittlerem denjenigen zwischen 34.0 und 33.5 $^0/_{00}$ und schließlich mit niedrigem Salzgehalt denjenigen unter 33.5 $^0/_{00}$ (im Diagramm gekennzeichnet durch blaue, grüne und gelbe Farben), so ergibt sich aus dem Diagramm folgendes: die Ebbeströmung führt an der Oberfläche niemals Wasser hohen Salzgehalts; am Boden tritt solches während derselben zuweilen auf.

Die Flutströmung führt dagegen fast während der ganzen Dauer Wasser hohen Salzgehalts. Wasser niedrigen Salzgehalts tritt auf an der Oberfläche zu Beginn der Flut, zu welcher Zeit am Boden Wasser mittleren Salzgehalts vorhanden ist.

Am Ende der Flut ist immer hoher Salzgehalt, am Ende der Ebbe immer niedriger Salzgehalt vorhanden.

Demgemäß ist die Flut die Periode hohen, die Ebbe diejenige niedrigen Salzgehalts mit Ausnahme des Anfangs der Phasen.

Das Wasser geringen oder mittleren Salzgehalts ist längere Zeit an der Oberfläche vorhanden wie dasjenige hohen Salzgehalts, während am Boden letzteres überwiegt. Das salzhaltige Bodenwasser wird oft durch eine dünne Schicht von geringem oder mittlerem Salzgehalt überdeckt.

Aus dem Diagramm (Taf. 6) resultiert ferner, daß während der beiden beobachteten Flutperioden eine Strömung hohen Salzgehalts aus WSW auf die Reede von Ostende gekommen ist. Während einer Dauer von 5 Stunden der ersten Flut ist hier homogenes salzhaltiges Wasser an der Oberfläche und am Boden vorhanden. Während der Ebbe strömt dann weniger salzhaltiges Wasser aus östlicher Richtung zu, aber zunächst nur an der Oberfläche, während am Boden noch 2 Stunden lang Wasser hohen Salzgehalts ist, bei Niedrigwasser herrscht jedoch Homogenität. Die zweite Flut verläuft wie die erste, bei der zweiten Ebbe erscheint erst Wasser mittleren Salzgehalts an der Oberfläche und am Boden, dann folgt niedriger Salzgehalt an der Oberfläche und hoher am Boden, beide allmählich abnehmend.

Gilsen analysiert nun näher die einzelnen Bewegungen der Ebbe und Flut an der Hand ihres Salzgehalts und kommt zu dem Schluß, daß, wenn sich die charakteristischen Merkmale der Phänomene erhalten, so überwiegt die Flutströmung die Ebbeströmung. Betrachten wir die Salzgehaltswerte für das Bodenwasser, so sehen wir, daß dieses der Fall ist. Nach dem Kentern des Stromes fließt am Boden das mit der Flut zugeströmte Wasser hohen Salzgehalts nach SW zurück. Nur während eines kleinen Teils der Ebbe tritt angesüßtes, von der Küste stammendes Wasser am Beobachtungsort in Erscheinung (während 3 Stunden), welches sich keilförmig den Boden entlang schiebt und mit der nächsten Flut zurückströmt. Demnach ist nicht alles von der Flut nach NO geführte Wasser zurückgeströmt, sondern zum Teil durch Küstenwasser verdrängt worden. Es strömte aber mehr Wasser hohen Salzgehalts gegen NO, wie Wasser geringen Salzgehalts gegen SW, so daß also das Wasser der Flutströmung das von der

Ebbeströmung zugeführte Wasser überwog. Dieses Resultat ist ermöglicht durch die Beobachtungen des Salzgehalts am Boden, da durch die Beobachtungen des Salzgehalts an der Oberfläche allein ein hiervon abweichendes Ergebnis erzielt worden wäre. Bemerkenswert ist das Übereinanderlagern oder Hinweggleiten zweier Schichten verschiedenen Salzgehalts beim Umsetzen der Strömungen; auch ersetzt die Bestimmung des Salzgehalts am Boden zum Teil die Bestimmung der Strömung selbst.

Da neuerdings von Knudsen angeregt worden ist, exakte Salzgehaltsbestimmungen an Bord bei zweifelhafter Position eines Schiffes zur näheren Bestimmung der Position heranzuziehen,[1]) so interessieren auch die etwas weitergehenden Schlüsse des Verfassers über das Küstenwasser.

Durch die Arbeiten der internationalen Meeresforschung weiß man, daß eine Zunge atlantischen Wassers über 35 ‰ aus dem Ostende des Kanals nach Nordosten vordringt, welche in ihrem Ausmaß Schwankungen unterliegt, jedoch selten über das Nordende Hollands hinausragt. Längs der Küste, vom Skagerrak bis Calais, zieht sich ein Band salzärmeren Wassers, welches sich merklich von dem Wasser auf hoher See im Salzgehalt unterscheidet. Nach den belgischen Beobachtungen ist dieses Band von Küstenwasser zuweilen unterbrochen, wenn heftige Südwestwinde das Wasser von hoher See auf die Küste zudrängen. Da Knudsens Vorschlag darauf beruht, durch die Salzgehaltsbestimmung das Küstenwasser und damit die Nähe der Küste selbst mit ihren Untiefen festzustellen, so ist dies ein Punkt, welcher bei einer etwaigen Verwendbarkeit der Methode sehr in Rücksicht zu ziehen ist, übrigens auch von Knudsen selbst schon bei den Verhältnissen an der westbritannischen Küste diskutiert worden ist.

Wie ist nun die Bewegung des Küstenwassers? In der Breite wird das Band des Küstenwassers an der einen Seite stetig durch seine Berührung und Mischung mit salzhaltigerem Wasser von See aus aufgezehrt, an der anderen, der Landseite, stetig verstärkt durch Zuwachs aus den Flüssen. Das Band des Küstenwassers wird aber auch Bewegungen in seiner Längsrichtung unterworfen sein durch den Einfluß der Gezeitenströmungen, welche an der ganzen Küste herrschen. Da nun, wie sich aus den vorliegenden Beobachtungen ergibt, Flut- und Ebbeströmung nicht stets gleichwertig sind, sondern die Flutströmung die Ebbeströmung zu überwiegen scheint, so würde hieraus sich eine Bewegung des Küstenwassers nach Nordosten ergeben, jedoch fehlt es bislang an Beobachtungen, um dieses festzustellen.

Die Beobachtungen der Temperatur der Meeresoberfläche und des Bodenwassers ergeben nur äußerst geringe Differenzen von einigen Zehntel Grad (18.1° bis 18.4°).

E. Änderungen der Menge von festen Schwebepartikeln.

Die Änderungen in der Durchsichtigkeit und Farbe des Küstenmeeres hängen zum größten Teil von seinem Gehalt an anorganischen, in der Schwebe befindlichen Stoffen ab. Ist das Wasser in Bewegung, so wird es relativ viele Sinkstoffe mit sich führen, kommt es in Ruhe, so wird es die Sinkstoffe schnell ablegen. Die Änderungen in der Klarheit des Küstenwassers sind in der Hauptsache Folgen der dasselbe beherrschenden Bewegungszustände. Der sich aus dem Wasser niederschlagende äußerst feine Staub kann oft in wenigen Stunden eine Dicke von mehreren Millimetern erreichen, er muß also empfindlichen, auf dem Schelf lebenden Individuen schädlich sein; diese fehlen daher in den Gebieten, wo starke Ablagerungen stattzufinden pflegen. Zu diesem biologisch wichtigen Moment kommt für die Frage nach Quantität der Sinkstoffe und Änderung der Mengen noch hinzu, daß der Niederschlag der Sinkstoffe die Zugänge zur Küste, die Häfen, Flußmündungen usw. beeinflußt. Die Sinkstoffe gelangen mit der Gezeitenströmung in die Häfen, werden dort bei Stillwasser abgesetzt und können in größeren Zeiträumen Änderungen in den Tiefenverhältnissen bewirken. So setzt sich auch auf der Reede von Ostende ein schwarzer Schlamm ab, welcher in der Oberflächenschicht

[1]) Publications de circonstances Nr. 38, 1907.

grau ist. Er entsteht aus den Schwebepartikeln, welche sich zunächst als grauer Schlamm niederschlagen; wird dieser Niederschlag erhitzt unter Abschluß von Luft, so wandelt sich der graue Schlamm in schwarzen um unter bemerkbarem Geruch nach Schwefelwasserstoff.

Die Feststellung der Mengen der in einem bestimmten Volumen Wasser zu einer gegebenen Zeit enthaltenen Sinkstoffe geschah auf folgende Art und Weise: Sowohl aus der einen Meter unter der Oberfläche als auch aus der einen Meter über dem Boden befindlichen Wasserschicht wurde jede Stunde je ein Gefäß von 5 Liter Inhalt mit dem betreffenden Wasser gefüllt. Nachdem (später an Land) sich die Sinkstoffe niedergeschlagen hatten, wurde der Niederschlag mit destilliertem Wasser durchgespült und so von den in ihm enthaltenen Salzen befreit; alsdann wurde der Rückstand getrocknet und genau gewogen.

Die größten enthaltenen Mengen in 5 Liter Wassermenge sind 0.454 g am Boden und 0.388 g an der Oberfläche, die geringsten 0.088 g am Boden und 0.066 g an der Oberfläche die dementsprechenden Differenzen 0.366 g und 0.322 g. Ebenso wie beim Salzgehalt sind im Diagramm drei Stufen unterschieden: 1. Stufe: 0 bis 1 decigr. pro 5 l, 2. Stufe: 1 decigr bis 2 decigr und 3. Stufe über 2 decigr. Ein Vergleich der Kurve der Sinkstoffmengen mit der Richtung und Geschwindigkeit der einzelnen Phasen zeigt, daß ein gewisser Zusammenhang zwischen ihnen besteht. So ist mit großer Geschwindigkeit meist Reichtum an Sinkstoffen verbunden und umgekehrt. Aber mit der größten Geschwindigkeit ist nicht immer ein Maximum schwebender Substanz vereinigt (vgl. die Werte der Sinkstoffkurve am 7. Sept. um 3^h N.: 63.2 cm p. Sek. und um 11^h N.: 40.2 cm p. Sek. Geschwindigkeit). Vergleicht man Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit mit Zu- und Abnahme der Sinkstoffe, so ergibt sich eine Coincidenz in 15 von 24 Fällen. Es müssen also noch andere Einflüsse vorhanden sein, welche auf die Menge der Sinkstoffe einwirken. Die Wellenform der Sinkstoffkurve ergibt nun, daß ein Zusammenhang mit der Richtung der Strömung besteht, daß die Hauptmaxima der Menge mit der Ebbeperiode, die sekundären mit der Flutperiode zusammenfallen. Das aus WSW strömende Wasser ist im allgemeinen arm an Sinkstoffen, das aus ONO stammende dagegen reich; außerdem ist in jeder Phase der Zeitraum großer Geschwindigkeit reicher an Sinkstoffen wie derjenige kleiner Geschwindigkeit.

Die Minima der Sinkstoffmenge fallen in die Zeit des Stillwassers, und es zeigt sich, daß zum reichlichen Absatz der Sinkstoffe keineswegs völlige Ruhe des Wassers nötig ist, sondern eine von der Korngröße abhängige, mehr oder minder große Verlangsamung der Geschwindigkeit genügt. Auffallend ist, daß das Minimum der Menge nicht immer mit der Stillwasserzeit zusammenfällt, nämlich nicht beim Übergang von Ebbe zur Flut, wo es erst nach Stillwasser eintritt, wie die Kurve am 8. Sept. um 1 bis 2^h V. und um 2^h N. zeigt, während das Minimum beim Übergang von Flut zu Ebbe mit dem Stillwasser zusammenfällt. Der Unterschied zwischen der Menge der Sinkstoffe im Oberflächen- und im Bodenwasser ist nur sehr unbedeutend, trotzdem zu erwarten wäre, daß im Bodenwasser namentlich zur Zeit des Stillwassers, wo der Niederschlag der Partikel stattfindet, mehr Sinkstoffe enthalten sein würden.

Der größere Reichtum der Ebbeströmung an Sinkstoffen erklärt sich aus ihrer Strömungsrichtung (aus Nordost), da hier der Meeresboden in weiter Ausdehnung relativ flach und schlammig ist, während er in Nord- bis Südwestrichtung mit gröberen Sanden bedeckt ist. Eine Detailkarte der Bodensedimente der belgischen Küste ist in Vorbereitung.

Quantitative Planktonbestimmungen waren nicht möglich, da der zu exakten Werten notwendige Apparat, welcher 100 Liter Wasser eines bestimmten Niveaus einwandfrei zu filtrieren gestattet, nicht gebrauchsfähig war, jedoch sind qualitative Fänge zu jeder Stunde ausgeführt worden; die einzelnen Arten werden in Tabellen aufgeteilt.

Am Schluß der Abhandlung faßt Gilson noch einmal die Merkmale der Störung in dem Verlauf der zwei beobachteten Gezeiten zusammen. Wie wir oben sahen, ist die Ebbe vom 8. September relativ lang, das ihr folgende Hoch-

wasser höher wie das vorhergehende (trotzdem die Gezeiten nach Springflut abnehmen müßten), die Richtung der betreffenden Ebbeströmung ist nördlicher wie normal, ihre Geschwindigkeit bedeutend größer wie diejenige der Ebbe vom 7. September — auch zeigen Salzgehalt und Sinkstoffmengen Abweichungen zwischen den beiden beobachteten Ebben. Worauf diese Störungen zurückzuführen sind, entzieht sich unserer Kenntnis; nur längere Beobachtungsreihen an verschiedenen Orten können uns vielleicht die Ursachen enthüllen.

Für die Fischereipraxis werden aus den erhaltenen Daten noch einige Nutzanwendungen gezogen: Wann die Besitzer von Fischkästen das salzhaltigste Wasser im Hafen von Ostende entnehmen können, ferner wo und zu welcher Zeit das Wasser klar und doch noch salzhaltig genug für bestimmte Fische ist u. a. m.

Wenn in einzelnen Punkten die Schlüsse, welche Gilson aus der nur 24 stündigen Beobachtungsreihe zieht, etwas weitgehend sind, so schien doch die Systematik der Arbeit und ihr reicher Inhalt dem Referenten für weitere Forschungen wertvoll genug, um die Darlegungen des Verfassers näher auszuführen und — um vielleicht zu ähnlichen Beobachtungen anzuregen.

Dr. W. Brennecke.

Die russischen hydrographischen Arbeiten im Stillen Ozean 1898—1904.

Nach dem Bericht des Oberst **M. Schdanko.**

Über die allgemeine Tätigkeit der russischen Expedition zur Vermessung des russischen Küstengebiets im Stillen Ozean sowie über die Ergebnisse der astronomischen und magnetischen Beobachtungen ist bereits in dieser Zeitschrift 1905, S. 61 berichtet worden. In dem kurzen Schlußbericht[1]) von dem Leiter der Expedition, Oberst Schdanko, sind die Ergebnisse der Gezeitenbeobachtungen und der Höhenbestimmung einiger Leuchttürme von Interesse.

Gezeitenbeobachtungen.

Ort der Beobachtung	Hafenzeit	Hochwasserhöhe		
		Springtide	Nipptide	Mittlere Tide
Küstenprovinz.				
Wladiwostok, Admiralslandungsbrücke	2h 32min	0.8 m	0.5 m	0.6 m
Imperator-Hafen	10 3	—	0.2	-
Castries-Bucht	9 46	2.3		1.8
Amur-Golf.				
Rubinstein-Turm (Sachalin, Westküste)	6 30	—	—	1.2
Langr-Insel	7 (angenähert)	1.4	0.9	—
Kap Puir	9 (angenähert)	—	1.1	—
Kap Tabach	11 (angenähert)	0.3	0.1	-
Kap Prange (Pronge Point)	—	0.6	0.2	—
Korea-Bucht.				
Jalu-Mündung	9h 43min	6.1—8.5	3.7—4.6	-
Von der Jalu-Mündung südwärts bis 39° N-Br.	9 45	5.5	3.4	—
Südlich von der Jalu-Mündung von 39° bis 38° 30′ N-Br.	9 45	3.7	2.1	-
Port Arthur	11 5	3.7	1.8—2.1	—
Kembriskaja-Bucht (Cambrian Cove)	10 46	—	1.4	—
Lunwantan-Bucht	11 10	2.6	—	—
Kerr-Bucht	10 26	2.7—3.7	1.5—1.8	—
Deep Bay	10 21	2.7—3.7	1.5—1.8	—
Sitsao-Bucht	9 59	3.4—3.7	1.5—1.8	-
Kap Terminal	10 5	3.7	1.5—1.8	—
Guanludo-Insel (Kwang lo tau)	9 47	3.7	1.5—1.8	—
Datschan schan tau, Nordküste	9 53	7—4.3	1.5—1.8	—

[1]) Morskoi Sbornik 1907, Novemberheft.

Digitized by Google

Ort der Beobachtung	Hafenzeit	Hochwasserhöhe Springtide	Nipptide	Mittlere Tide
Insel Chasjando (Khas yan tau)	10h 8min	3.8 m	1.8—2.1 m	—
Korejez-Straße	9 48	4.3	1.8—2.4	—
Blonde-Inseln	9 40	3.7	2.4	—
Umedo-Inseln (Wu ma tau)	9 37	3.7	2.4	—
Burchier-Inseln	9 40	5.5	1.8—2.7	—
Thornton-Hafen	9 47	3.0—3.7	1.8	—
Batareinaja-Bucht, Solido-Insel	9 59	2.7	1.7	—
Chado-Insel	9 54	4.0	2.1—2.4	—
Elliot-Reede	9 59	3.7	2.1	—
Kossindo-Insel (Ko soin tau)	9 47	3.7—4.0	1.8—2.1	—
Datschan schan tau, Westkap	9 43	4.0—4.3	1.8—2.1	—
Kuchuldo-Insel	9 49	3.7—4.0	1.8—2.1	—
Liautung-Golf.				
Kintschou-Bucht	1 17	2.4	1.8	—
Wosti Korablei-Bucht: Westhuk	0 2	2.7	1.5	—
Wosti Korablei-Bucht: Ashton-Insel	0 35	2.1—2.4	0.9	—
Wosti Korablei-Bucht: Kap Nawisschawo	0 55	2.4—2.7	1.2	—

Höhenmessungen.

Skryplew-Leuchtturm	Basis	46.8 m	über Hochwasser.
	Leuchtfeuer	52.7 m	» »
Kloster-Kamp-Leuchtturm	Basis	75.0 m	» »
	Leuchtfeuer	87.4 m	» »
St. Nikolaja-Leuchtturm	Basis	72.2 m	» »
	Leuchtfeuer	84.7 m	» »

J. Herrmann.

Über ein Wasserphotometer.

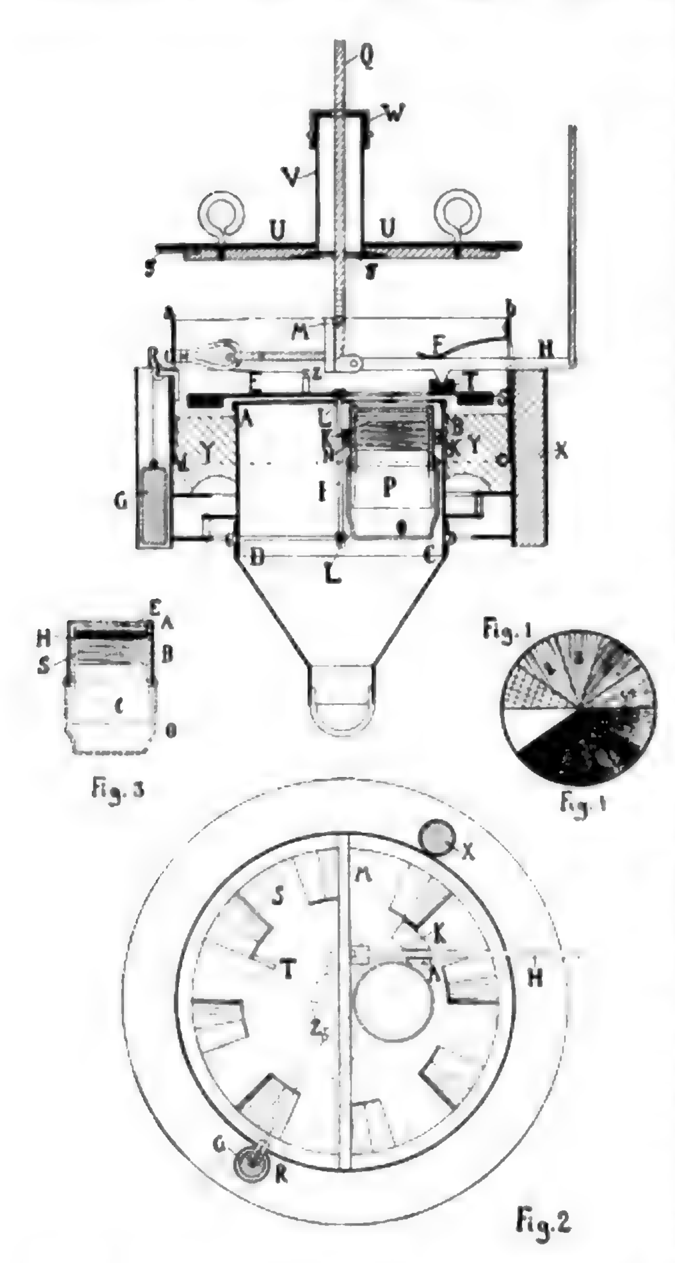
Vorläufige Mitteilung von **Wolfgang F. Ewald.**

Gelegentlich einer Arbeit über den Phototropismus gewisser planktonischer Crustaceen fand ich mich vor die Aufgabe gestellt, die Lichtverhältnisse im Wasser einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Ich sah mich vergeblich nach einem Apparat um, der meinen Anforderungen an ein — wenn auch nur annähernd genaues — zahlenmäßiges Meßverfahren, praktische Brauchbarkeit und mäßigen Preis, entsprach, und konstruierte daher selbst das Wasserphotometer, welches ich im folgenden beschreiben will. Ich schicke voraus, daß sich mein System in diesem Sommer sowohl im Süßwasser wie auf dem Meere als brauchbar erwiesen hat. Versuche, die ich mit dem Photometer an Bord des Reichs-Forschungsdampfers »Poseidon« sowie mit den Fahrzeugen der biologischen Station auf Helgoland machte, fielen soweit befriedigend aus, daß die biologische Anstalt den Apparat zu weiterer Prüfung anzukaufen beabsichtigt.

Das Photometer (Fig. 1) besteht aus zwei selbständigen Teilen: Erstens dem aus Messing gefertigten Expositionsapparat, zweitens dem zur Aufnahme des lichtempfindlichen Papiers dienenden Glaszylinder (Fig. 3). Der letztere B (Fig. 3) ist von einem Messingmantel A mit Henkel O umgeben und durch den Kautschukpfropfen C wasserdicht verschlossen. Er enthält ein Sektorenlichtfilter E (Fig. 3 und Fig. 4), welches eine gleichmäßige Abstufung in der Durchlässigkeit seiner zehn Sektoren zeigt und durch sektorenweise verschieden lange Exposition einer rund geschnittenen Bromsilberplatte hergestellt wird. Man erhält auf diese Weise zehn Skalengrade, deren Lichtdurchlässigkeit im Verhältnis 1 : 2 : 3 : 4 : 5 . . . : 9 : 10 steht. Über diese Platte wird eine Ziffernplatte kopiert, so, daß auf jedem Sektor die entsprechende Zahl vollkommen undurchsichtig hervortritt. Nach dieser Scheibe werden nun Diapositive hergestellt, welche, mit Negativlack bestrichen und in Messing gefaßt, in den Glaszylinder eingesetzt werden. Darauf kommt

ein Blatt lichtempfindlichen Papiers, mit der Schichtseite dem Filter zugewendet, zu liegen. Es wird in Lage gehalten durch die Platte H und die Feder S, die durch den Pfropfen festgedrückt wird.

Der ganze Zylinder wird mittels des Henkels O exzentrisch in den größeren Zylinder A B C D des Expositionsapparates (Fig. 1) eingeschoben, wo er durch die federnden Klammern K K festgehalten wird. Der Messingzylinder A B C D trägt in den Lagern L L eine, um die Achse I rotierende Scheibe E welche mit Schaufeln S versehen ist. Fig. 2 zeigt diese Scheibe in der Aufsicht. Ebenso wie der Zylinder A B C D enthält auch die Scheibe E eine exzentrische, kreisrunde Öffnung, welche über der Stelle zu liegen kommt, an der der schon beschriebene wasserdichte Einsatz befestigt ist. Durch das Gegengewicht G wird die Scheibe in dieser Lage gehalten. Das Gewicht hängt an einem Faden, der über die Rolle R läuft und an dem Zapfen Z angreift. Ein breiter Schutzring a b c d ist mittels der Streben Y an dem Messingzylinder angebracht. Eine Bleistange X hält dem Gewicht G, das in einem Messingrohre auf und abgleiten kann, das Gleichgewicht. An dem Ringe a b c d ist der starke Mittelsteg M befestigt; unter diesem Stege wird das Kabel Q hindurchgeführt und seitlich befestigt. Der Steg ist so konstruiert, daß er auf die Öffnung auch bei niedrigem Sonnenstand keinen Schatten wirft.



An dem Mittelstege M ist der Arretierhebel H angebracht. Er fällt durch sein eigenes Gewicht auf die Scheibe E, auf der sein nach unten gerichteter Sperrzahn beinahe schleift. Eine Feder F ist so eingestellt, daß sie dem Hebel 2 mm freien Spielraum läßt, aber einen starken Widerstand ausübt, sobald der Hebel mit der an seinem Ende angebundenen Schnur aufwärts gezogen werden soll. Auf der Scheibe E sind die Anschläge A und T sowie der Keil K befestigt. Den Zylinder A B C D schließt nach unten ein offener Trichter ab, der mit einem starken Bajonettverschluß angesetzt wird und an einem kräftigen Bügel einen leicht abnehmbaren Bleiklotz von etwa 4 kg Gewicht trägt.

Der ganze Apparat kann nach oben verschlossen werden durch einen bleibeschwerten Deckel U U, welcher an dem Stahlkabel Q herabgelassen wird. Ein weites Führungsrohr V mit dem Deckel W ermöglicht ein sicheres Gleiten; durch V kann das mit Öse versehene Kabel hindurchgesteckt werden, und der mit einer Schließvorrichtung versehene Deckel W verengert die Führung. Nach unten zu schließt der Gummiring g die Öffnung lichtdicht ab.

Es sei nun noch die Wirkungsweise des Wasserphotometers besprochen. Man ladet zunächst in einem vor direktem Tageslicht geschützten Raum oder unter einer Decke den Glaszylinder mit dem lichtempfindlichen Papier und setzt ihn in den Zylinder A B C D ein. Dann wird die Scheibe E so gedreht, daß die

Digitized by Google

Öffnung geschlossen, mithin der Anschlag T (Fig. 2) fast bis an die Stelle des Anschlages A gerückt ist. Hier wird die Scheibe durch einen dritten, auf der Abbildung nicht sichtbaren Anschlag festgehalten. Nun wird der Sperrzahn des Hebels H so weit nach links gebogen, daß er über den Anschlag T fest herabgedrückt werden kann und die Scheibe in dieser Lage festhält. Man läßt nun den Apparat herab, und zwar mit möglichster Schnelligkeit. Eine zweite Person hat sich ein wenig zur Seite aufgestellt und hält die mit dem Hebel H verbundene kurze Schnur in der Hand; sobald der Apparat unter der Wasseroberfläche verschwunden ist, wird die Schnur mit kurzem Ruck angezogen und dann einfach fortgeworfen; da sie nur so lang ist wie die Entfernung zwischen dem Bordrand (Reeling) des Schiffes und der Wasseroberfläche, so verwickelt sie sich nicht mit dem Stahlkabel. Nun würde, wenn der Apparat nicht in mäßiger Abwärtsbewegung erhalten würde, die Scheibe E durch das Gegengewicht G in die in Fig. 2 skizzierte Lage zurückgleiten; doch wird sie durch die Schaufeln S daran gehindert, und der Apparat bleibt geschlossen, solange er fällt. (Diese Lage ist in Fig. 2 durch punktierte Linien angedeutet.) Erst in dem Augenblick, wo er in der bestimmten Tiefe angelangt ist und angehalten wird, kann die Scheibe zurückrotieren und dadurch die Öffnung freigeben. In dieser Lage wird sie nun durch den Arretierhebel H festgehalten, dessen Sperrzahn über den Keil K fest zwischen diesen und den Anschlag A gerät, wie in Fig. 2 dargestellt. Nachdem die Exposition beendet ist, läßt man von oben den Deckel herab, der den Apparat genügend verschließt. Der Deckel braucht pro Meter etwa 2^{sek} Fallzeit, was für den Zeitpunkt des Loswerfens von Bedeutung ist.

Am besten nimmt man nun den ganzen Apparat, event. ohne das Bleigewicht, das man mitsamt dem trichterförmigen Boden sogleich abnehmen kann, in einen verschließbaren Raum und wechselt abermals das Papier.

Das exponierte Papier zeigt eine Reihe von Ziffern, die durch das Filter hindurch exponiert wurden. Die höchste ablesbare Zahl gilt als Maßzahl der in der betreffenden Schicht herrschenden Lichtintensität. Erhält man die Grenzwerte 0 oder 9, so muß man es noch einmal mit längerer bzw. kürzerer Belichtungszeit versuchen. Alle Zahlen werden auf 1^{min} Belichtungszeit reduziert. Die Ablesung erfolgt am besten unter Rauchglas, in 25 cm Augenentfernung, um nur undeutlich sichtbare Ziffern auszuschließen. Sollte es zu unbequem erscheinen, den Apparat mit Kabel in einen geschlossenen Raum zu nehmen — was auf einem Dampfer immer möglich sein wird —, so kann man über die Öffnung des Zylinders ABCD einen Beutel schieben, der an beiden Seiten durch ein Gummiband geschlossen ist. Durch die zweite Öffnung steckt man die Hand, zieht innen den kleinen Eimer mit dem Glaszylinder heraus, bedeckt dessen Öffnung mit der Handfläche und kann nun Faust und Eimer aus dem Beutel herausnehmen und irgendwo die Neuladung vornehmen. Ebenso verfährt man beim Einsetzen des Glases.

Um die Auslöseschnur zu vermeiden, habe ich auch eine Ablaufvorrichtung erdacht, aber nicht ausprobiert (die Schnur funktionierte ganz sicher und zufriedenstellend). Sie besteht in einem Rahmen aus Bandeisen, der in einem drehbaren Zapfen an der Bordwand befestigt wird und beim Rollen des Schiffes frei nach außen schwingen kann. Er trägt zwei Schienen, in denen der Apparat zu Wasser gleitet; in einstellbarer Tiefe (bei Seegang bis zu $1^1/_2$ m) wird der Arretierhebel durch einen Anschlag ausgelöst. Oben ist an dem Rahmen eine Rolle befestigt, über die das Kabel gelegt wird; doch wird es, sobald der Apparat in der richtigen Tiefe angelangt ist, aus dieser Rolle herausgehoben.

Als Papier benutzte ich für Tiefen bis zu 10 m gewöhnliches Zelloidinpapier, für das Belichtungszeiten zwischen $^1/_2$ und 30^{min} (in 10 m Tiefe) ausreichten. Für größere Tiefen verwendete ich das von der englischen Firma Wynne für ihr Aktinometer hergestellte »Rapid Deadmatch Paper«, das offenbar ein Chlor-Bromsilberpapier mit Chromzusatz ist. Es ist das empfindlichste der mir bekannten Papiere und gab in 30 m Tiefe noch Expositionen. Die Neue photographische Gesellschaft in Steglitz bei Berlin fabriziert ein Chlor-Bromsilberpapier, das zwar nicht ganz so rapid ist, aber den Vorteil hat, daß man es auf

Bestellung in immer gleichbleibender Empfindlichkeit erhalten kann.[1]) Die Versuche mit den verschiedenen Papieren waren im Jahre 1907 nicht mehr zum Abschluß zu bringen. Ich werde aber später eine Tabelle aufzustellen versuchen, in der die Expositionsnummern der Photometerpapiere auf Kerzenstärken reduziert werden. Es empfiehlt sich, gleichzeitig mit jeder Messung im Wasser eine oder, bei längerer Exposition, mehrere Messungen an der Oberfläche, mit Hilfe etwa des »Infallible«-Photometers von Wynne, zu machen, da man nur auf diese Weise exakte Werte erhält. Noch besser wäre natürlich ein Photometrograph, der unter einer graden Filterskala ein Band lichtempfindlichen Papiers exponiert, das ruckweise an der Öffnung vorbeibewegt wird. Die Firma R. Fueß in Steglitz-Berlin, welche das Wasserphotometer herstellt, liefert auf Wunsch auch einstellbare Photometrographen meiner Konstruktion.

In größeren Tiefen ist der Apparat bisher noch nicht benutzt worden, doch erscheint er seiner vollkommen wasserdichten Konstruktion wegen dazu sehr geeignet. Natürlich muß in diesem Falle Bromsilberpapier zur Verwendung kommen, welches nur in rotem Licht gewechselt werden darf. Mit Hilfe der sogenannten transportablen Dunkelkammer, einem mit roter Scheibe und zwei Ärmeln versehenen Kasten, läßt sich nach der oben angegebenen Methode auch das lichtempfindlichste Papier ohne große Schwierigkeit auswechseln. Die Papiere müssen dann numeriert und bei Gelegenheit in Normallösungen entwickelt und fixiert werden. Diese Methode hat von den zuerst beschriebenen zwar den Nachteil größerer Umständlichkeit, doch lassen sich wirklich genaue Resultate wohl nur nach diesem Verfahren erzielen.

Über die Methoden zur Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen auf Freiheit von oktantalen Störungen.

Von Prof. Dr. **H. Maurer.**

Zu den unter vorstehendem Titel gegebenen Ausführungen von Herrn Dr. Meldau im vorigen Heft dieser Zeitschrift (S. 72) möchte ich die folgenden Bemerkungen hinzufügen:

Das von Herrn Santi verwendete Verfahren hat mit der von mir beschriebenen und auch von Herrn Dr. Meldau als richtig anerkannten Methode der Untersuchung einer Quadrantaldeviation an Land gemein, daß auch Herr Santi davon ausgeht, daß die Quadrantaldeviation an Bord den Charakter

$$(1) \qquad \operatorname{tg} \delta_B = \frac{\mathfrak{D} \sin 2\zeta}{1 + \mathfrak{D} \cos 2\zeta}$$

hat, und daß er versucht, durch direkten Vergleich der an Land beobachteten Deviation einer Kombination von Rose und Korrektoren mit einer analogen Formel die Verwendbarkeit dieser Kombination an Bord zu bestimmen. Dabei ist es allerdings auch mir äußerst wahrscheinlich, daß Herr Santi zur Herstellung der für die Landuntersuchung maßgebenden Formel nicht in der Bordformel (1) $\mathfrak{D}$ durch $(-\mathfrak{D})$ ersetzt hat, so daß

$$(2) \qquad \operatorname{tg} \delta_L = \frac{-\mathfrak{D} \sin 2\zeta}{1 - \mathfrak{D} \cos 2\zeta}$$

entsteht (wie es richtig wäre — vgl. meinen Aufsatz in dieser Zeitschrift 1907, S. 557), sondern einfach $\operatorname{tg} \delta_L = - \operatorname{tg} \delta_B$ gesetzt hat, also:

$$(3) \qquad \operatorname{tg} \delta_L = \frac{-\mathfrak{D} \sin 2\zeta}{1 + \mathfrak{D} \cos 2\zeta}.$$

Danach wären die von Herrn Santi berechneten Kurven im Quadranten spiegelbildlich um die Linie $\zeta = 45^\circ$ umzukehren, da die falsche Formel (3) in die richtige (2) übergeht, wenn man an Stelle von ζ $(90 - \zeta)$ setzt. So würden seine

[1]) Man bestelle Lenta-Papier für Ewalds Wasserphotometer.

berechneten Kurven mit den beobachteten sehr viel besser übereinstimmen. Allerdings bleibt noch zu berücksichtigen, daß der Magnaghi-Kompaß mit Nadelinduktion arbeitet, wo in den Formeln noch weitere Modifikationen Platz greifen müssen, wie ich in dieser Zeitschr. 1907, S. 552 und 553 gezeigt habe.

Ich halte es also, in Übereinstimmung mit Herrn Dr. Meldau für Tatsache, daß ich in der Vorsicht, Herrn Santi nicht Unrecht zu tun, zu weit gegangen bin und ihm die erste Beschreibung eines Verfahrens zugesprochen habe, die tatsächlich erst in den »Ann. d. Hydr. usw.« 1907, S. 548 von mir gegeben worden ist.

Meine Behauptung, daß die von Herrn Dr. Meldau 1907 angegebene 4-Korrektor-Methode nicht als ein ausreichendes Mittel zur Untersuchung einer Kombination von Rose und Korrektoren auf Freisein von oktantalen Störungen erwiesen ist, muß ich aber bis auf weiteres aufrecht erhalten. Die Erweiterung seiner Methode, die Herr Dr. Meldau nunmehr in dieser Zeitschr. 1908, S. 74 vorgeschlagen hat, einen kleinen Magnet in den zu untersuchenden Kompaß hineinzulegen und bei mehreren Lagen der so aus dem magnetischen Meridian abgelenkten Rose zu untersuchen, lag damals noch nicht vor, unterlag also nicht meiner Besprechung. Die Neuerung bedeutet eine wesentliche Änderung der damals angegebenen Methode und stellt einen Versuch dar, das Unzureichende der Methode (1907) zu beseitigen. Herr Dr. Meldau hält es allerdings auch für wahrscheinlich beweisbar, daß, wenn bei Lage der Rose im magnetischen Meridian das von zwei Korrektoren ausgeübte Drehmoment proportional zu sin 2ζ ist, dies auch für beliebige andere Lagen der Rose gegen den magnetischen Meridian gültig folge. Bewiesen ist dies aber bisher noch nicht, und es ist völlig gerechtfertigt, darauf hinzuweisen, daß die Methode (1907) nicht als ein ausreichendes Untersuchungsmittel dargetan ist. Was die Form dieser meiner Behauptung anlangt, so sind meine Ausführungen in dieser Zeitschr. 1907 auf S. 549, weil mein Aufsatz wesentlich andern Aufgaben gewidmet ist, etwas kurz gehalten. Es erscheint deshalb eine ausführliche Klarlegung meiner Einwände geboten.

Ich habe darauf hingewiesen, daß zur Rechtfertigung der 4-Korrektor-Methode (1907) der Nachweis fehlt, wie aus dem Ruhigbleiben der Rose bei dem Versuch geschlossen werden könne, daß die von zweien der Korrektoren an Land erzeugte Deviation der Formel $\operatorname{tg} \delta = \frac{-\mathfrak{D} \sin 2\zeta}{1 - \mathfrak{D} \cos 2\zeta}$ ($\mathfrak{D}$ positiv) entspreche, insbesondere der Nenner die bezeichnete Form habe. Daß dies in der Tat die zu erweisende Bedingung für die Tadellosigkeit einer Kombination von Rose und Korrektoren ist, hat Herr Dr. Meldau auf S. 72 anerkannt; er gibt ihr nur die angenäherte Form III $\delta = -\mathfrak{D} \sin 2\zeta - \frac{\mathfrak{D}^2}{2} \sin 4\zeta$, die aus meiner genaueren Formel entsteht, wenn man δ für $\operatorname{tg} \delta$ setzt und rechts bis zum zweiten Glied ausdividiert. Nach seinen weiteren Ausführungen auf S. 74 beweist aber die Rosenruhe beim 4-Korrektor-Versuch (1907) nur, daß das Drehmoment, das von zwei Korrektoren an Land auf eine im magnetischen Meridian festgehaltene Nadel ausgeübt wird, proportional zu sin 2ζ ist. Es fehlt also noch der Nachweis, wie aus dieser letzteren Tatsache folgt, daß die Deviation der obigen Formel entspricht. Ich bezweifle, daß sich dieser Beweis erbringen lassen wird, weil das Drehmoment, das als Produkt aus dem magnetischen Moment und einer senkrecht zur Magnetachse stehenden Feldkomponente aufgefaßt werden kann, nur über die nach magnetisch Ost gerichtete nicht aber über die nach magnetisch Nord gerichtete Feldkomponente Auskunft gibt, während zur Bestimmung der Deviation das Verhältnis beider Feldkomponenten bekannt sein muß. Im Ausdruck für $\operatorname{tg} \delta$ ist ja der Zähler proportional zu der nach magnetisch Ost wirkenden Feldkomponente, von der wir durch den Versuch erfahren, ob sie proportional zu sin 2ζ ist; über den Nenner aber, der der nach magnetisch Nord gerichteten Feldkomponente entspricht, läßt uns die Methode (1907) ganz im Dunkeln. (Die Erweiterung der Methode 1908 ist ein Versuch, auch über die Nordkomponente etwas zu erfahren.) Insofern kommt noch eine weitere Quelle der Unsicherheit

Digitized by Google

hinzu, als wir mit Rücksicht auf die Inhomogenität des Feldes auf die Herr Dr. Meldau in unserer Korrespondenz über den Gegenstand selbst hingewiesen hat, die Feldkomponenten nach magnetisch Ost und nach magnetisch Nord bei um den Winkel δ aus dem magnetischen Meridian abgelenkter Nadel kennen müßten; statt dessen wissen wir nur, daß bei Lage der Nadel im magnetischen Meridian das Drehmoment und damit die dort nach magnetisch Ost gerichtete Feldkomponente proportional zu $\sin 2\zeta$ ist. Warum man aus dieser Tatsache schließen soll, daß das oktantale Glied der erzeugten Deviation $= -\frac{\mathfrak{D}^2}{2}$ ist, ist nicht ersichtlich.

Die Lückenhaftigkeit im Nachweis für die Richtigkeit der 4-Korrektor-Methode (1907) wird wohl noch deutlicher, wenn wir uns die Veränderung überlegen, die beim Versetzen einer Kombination von Rose und Korrektoren von Land an Bord eintreten. Richtig ist, daß im Fall reiner Quadrantaldeviation an Bord die vom Schiff erzeugte nach magnetisch Ost gerichtete Feldkomponente proportional zu $\sin 2\zeta$ ist. Daraus aber, daß durch den 4-Korrektor-Versuch (1907) die von zwei Korrektoren an Land auf die im magnetischen Meridian festgehaltene Nadel ausgeübte nach magnetisch Ost gerichtete Feldkomponente ebenfalls proportional zu $\sin 2\zeta$ erwiesen ist, folgt nicht ohne weiteres, daß nach dem Versetzen der Kombination an Bord dieselbe Komponente auch dort proportional zu $\sin 2\zeta$ sei und infolgedessen das vom Schiff ausgeübte Drehmoment auf allen Kursen aufheben könne.

Wir müssen dabei zwischen der Nadelwirkung und der Feldwirkung unterscheiden. (Ich gebrauche statt »Erdinduktion« den Ausdruck »Feldwirkung«, weil die Kombination an Bord nicht vom Erdfeld, sondern vom vereinigten Erd- und Schiffsfeld beeinflußt wird.) Der Sinn des Satzes von Herrn Dr. Meldau auf S. 74: »So liegt in dem praktisch wichtigsten Fall der Nadelinduktion die Richtigkeit der Vierkorrektormethode auf der Hand« könnte so verstanden werden: »In allen Fällen, in denen merkliche Nadelinduktion vorhanden ist, ist die Richtigkeit der 4-Korrektor-Methode (1907) erwiesen, und in den praktisch wichtigsten Fällen braucht man sich um die Feldinduktion nicht zu kümmern.« Das wäre beides nicht richtig. Bewiesen ist nur: Derjenige Teil des erzeugten Drehmoments, der durch Nadelwirkung entsteht, ist an Bord wie an Land proportional zu $\sin 2\zeta$, weil in der Tat auf gleichem magnetischen Kurs ζ an Bord und an Land die Stellung der Korrektoren gegen die im magnetischen Meridian festgehaltene Nadel dieselbe ist (vgl. Fig. 1 und 2). Für den durch Feldwirkung erzeugten Teil des Drehmoments fehlt aber der analoge Beweis, und Feldwirkung ist natürlich immer vorhanden. Wohl kann bei manchen Kompensationsmethoden die Nadelwirkung größer sein als die Feldwirkung, so daß diese nur additiv oder subtraktiv zur Nadelwirkung hinzutritt; da ist sie aber immer. Denn was sollte uns ein Kompaß und was eine Kompaßkompensation an einem Orte, wo kein magnetisches Feld außer dem der Rosenmagnete vorhanden wäre? Dagegen kann Nadelwirkung sehr wohl fehlen. Mein Einwand bezieht sich also nicht auf irgend einen praktisch unwichtigen Spezialfall, sondern auf den allgemeinen, für jede Kompensationsart zutreffenden Fall, da auch Feldwirkung immer vorhanden ist. Und solange nicht auch das von Feldwirkung erzeugte Drehmoment an Bord als proportional zu $\sin 2\zeta$ erwiesen ist, ist die 4-Korrektor-Methode für keinen Fall als richtig dargetan.

Die Schwierigkeit, diesen fehlenden Beweis zu führen, liegt in folgendem: Das wirkende Magnetfeld ist an Bord nicht nach magnetisch Nord, sondern nach Kompaßnord des unkompensierten Platzes gerichtet (vgl. Fig. 1 und 2). Denken wir uns also an Bord wie an Land beim gleichen magnetischen Kurs ζ (Fig. 1 und 2) die Magnetnadel im magnetischen Meridian festgehalten, so ist die Konfiguration von Nadel, Korrektoren und wirkendem Magnetfeld an Bord eine ganz andere als an Land. Die Korrektoren stehen gegen die Nadel in beiden Fällen gleich, gegen das wirkende Feld aber ganz verschieden. Bezüglich der Feldwirkung auf die Korrektoren spielt an Bord offenbar der Kompaßkurs ζ' des unkompensierten

Platzes dieselbe Rolle wie der magnetische Kurs an Land, und bezüglich des auf Feldwirkung beruhenden Drehmoments an Bord können wir aus dem 4-Korrektor-Versuch (1907) an Land nur schließen, daß es, ausgeübt auf eine im Kompaßmeridian festgehaltene Nadel (punktiert in Fig. 2), proportional zu sin $2\zeta'$ ist. Ob aber, wie wir es zum Beweis der Richtigkeit der Methode nötig hätten, das Drehmoment der Feldwirkung auf eine im magnetischen Meridian festgehaltene Nadel proportional zu sin 2ζ ist, dafür fehlt zur Zeit jeder Beweis, und deshalb ist die Richtigkeit der 4-Korrektor-Methode (1907) nicht bewiesen.

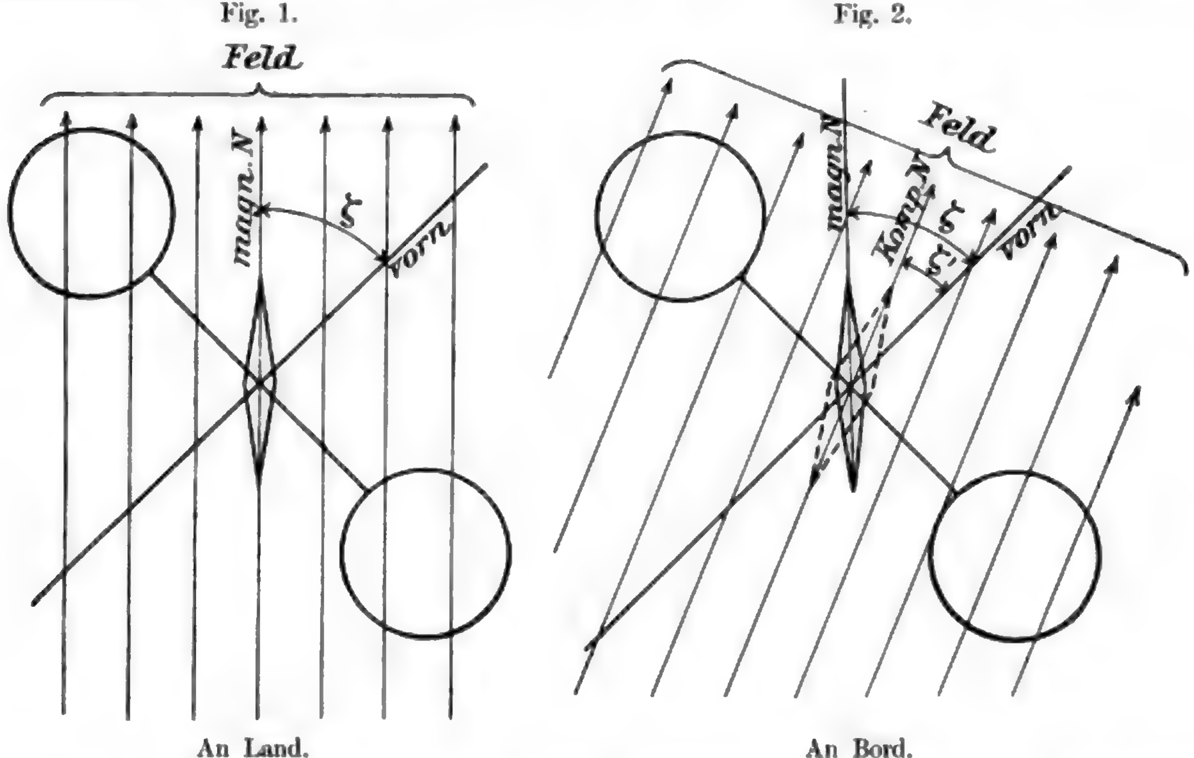


Fig. 1. An Land. Fig. 2. An Bord.

Was nun die neue Methode (1908) anlangt, so liegt für mich zunächst kein Anlaß vor, in vorliegender Erwiderung auf sie einzugehen, da ich hier nur darzutun hatte, daß der Nachweis für die Richtigkeit der 1907 veröffentlichten Methode, auf die allein sich meine Äußerungen in den Annalen 1907 beziehen konnten, bisher noch nicht erbracht ist. Immerhin möchte ich kurz darauf hinweisen, daß auch die Methode (1908) die gleichen Konfigurationen von Nadel, Feldrichtung und Korrektoren wie an Bord bei den einzelnen Landversuchen nicht hervorbringt. Den Unterschied, daß bei einer vollen Drehung an Land die Korrektoren (abgesehen von der Nadelwirkung) von einem Magnetfeld stets gleicher Richtung und Stärke beeinflußt werden, während an Bord das die Korrektoren beeinflussende Feld während einer vollen Drehung Richtung und Stärke beträchtlich ändert, schafft auch die Erweiterung der Methode nicht weg. Es bleibt auch für die Methode (1908) immer noch der Beweis zu erbringen, warum und wie aus der Ruhe einer um einzelne feste Winkel aus dem Meridian abgelenkten Nadel beim 4-Korrektor-Versuch an Land folgt, daß das Drehmoment, das an Bord von zweien dieser Korrektoren auf eine im magnetischen Meridian festgehaltene Rose infolge Feldwirkung ausgeübt wird, proportional zu sin 2ζ sei, wobei der Proportionalitätsfaktor für eine bestimmte Kombination von Rose und Korrektoren eine Konstante sein muß. Auch der auf Seite 74 und 75 mitgeteilte Einzelversuch hat keine Beweiskraft, wenn die theoretischen Grundlagen der Methode nicht klargelegt sind.

Solange die gekennzeichneten Lücken noch nicht ausgefüllt sind, sind die Korrektormethoden, sowohl diejenige von 1907 wie die neue von 1908, insoweit die Feldwirkung in Betracht kommt, die in keinem praktischen Fall fehlt, nicht als ausreichend erwiesen.

Kleinere Mitteilungen.

1. **Beobachtungen mit Unterwasserglockensignalen.** Nach einem Bericht des Kaiserlichen Hafenkapitäns zu Kiel, Kapt. z. S. z. D. Paschen.

Im Monatsbericht des Feuerschiffes Gabelsflach für Dezember befand sich eine kurze Angabe, daß das Unterwasserglockensignal des Fehmarnbelt-Feuerschiffes am 20. und 23. Dezember 1907 deutlich gehört worden sei.

Da die Entfernung der Feuerschiffe voneinander 26.6 Sm beträgt und da, meines Wissens, Unterwasserglockensignale zuvor niemals auf so große Entfernungen gehört worden sind, so habe ich, um alle Zweifel über die Richtigkeit der Angabe auszuschließen, eingehende Erhebungen mit folgendem Resultat angestellt.

1. Das Unterwasserglockensignal wurde am 20. Dezember von 10ʰ V. bis 2ʰ N. und am 23. Dezember von 9ʰ N. bis 10ʰ N. in stets gleichmäßiger Stärke gehört.

2. An beiden Tagen wurde das Signal an der unbekleideten Bordwand der Zimmermannslast vernommen und zwar: am 20. Dezember von einem Beamten und sechs Mann der Besatzung, am 23. Dezember von nur zwei Mann der Besatzung. (Der größte Teil der Besatzung wird wohl schon geschlafen haben.)

3. Die Signale waren nur in der Zimmermannslast und nur zu den unter 1 angegebenen Zeiten zu hören.

4. Die Wind- und Stromverhältnisse waren, wie folgt:

Station	Datum	Wind	Strom
Fehmarnbelt	20. XII.	SO—SW 1	Ost 0.5 bis 1.0 Sm
Gabelsflach	«	SOzS 0—1	NW ganz schwach
Fehmarnbelt	23. XII.	SW—SSW 3—4	SO 0—0.5 Sm
Gabelsflach	«	SWzS 0—1	Kein Strom

5. Das Glockensignal vom Gabelsflach-Feuerschiff ist bisher niemals auf dem Fehmarnbelt-Feuerschiff gehört worden. Die Wasserbauinspektion Flensburg hat aber Auftrag gegeben, daß künftig auf die Signale vom Gabelsflach-Feuerschiff geachtet werden soll.

Der Umstand, daß die Glockensignale nur zu den unter 1 angebenen Zeiten gehört worden sind, läßt sich nach meiner Ansicht dadurch erklären, daß die Signale in den übrigen Zeiten durch das von Schiffsschrauben verursachte Geräusch ausgelöscht worden sind.

2. **Stromversetzungen des Dampfers »Brandenburg«, Kapt. E. Woltersdorff, auf den Wegen zwischen dem Englischen Kanal und der Ostküste von Nordamerika,** bearbeitet von E. Schwendig, Offizier beim Norddeutschen Lloyd.

Bei der Bearbeitung der Stromversetzungen des 7532 R-T. brutto großen Dampfers »Brandenburg« auf 43 Reisen zwischen dem Englischen Kanal und Nordamerika kommt Herr Schwendig im wesentlichen zu den gleichen Ergebnissen wie die Deutsche Seewarte in der Abhandlung »Versetzungen auf den vereinbarten Dampferwegen zwischen dem Englischen Kanal und der Ostküste Nordamerikas« — vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1903, S. 281 ff., und »Dampferhandbuch für den Atlantischen Ozean«, S. 124 u. 131 —, der Beobachtungen von 12 Dampfern zugrunde liegen. Aus 794 einzelnen Versetzungen der »Brandenburg«, von denen 260 auf die nördlichen vereinbarten Dampferwege, in die Zeit von Mitte August bis Januar, und 534 auf die südlichen Dampferwege, in die Zeit von Mitte Januar bis August entfallen, leitet Herr Schwendig genau dieselben Beziehungen zwischen den Windrichtungen und Stromrichtungen ab, nämlich Versetzungen nach Lee oder nach rechts 64 %, Versetzungen in den Wind auf oder nach links 36 %, Ergebnisse, die sich auch genau mit den früher von Dinklage gefundenen — vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1888, S. 1 ff., und ebenda 1895, S. 427 ff. — decken. Es erscheint beachtenswert, daß mehrjährige Beobachtungen ein und desselben Dampfers offenbar genügen, um die tatsächlichen Strömungen einer bestimmten Meeresgegend in genügender Weise klarzulegen.

Eine, wenn auch nicht gerade starke, immerhin aber hervortretende Abweichung der Werte, die Herr Schwendig findet, von denen, die die Deutsche Seewarte für ihre obenerwähnte Veröffentlichung gefunden hat, zeigt sich auf den vereinbarten nördlichen Dampferwegen zwischen 50 und 60° W-Lg. Während die Deutsche Seewarte dort überwiegend nordöstliche Versetzungen gefunden hat, ist die »Brandenburg« dort vorwiegend nach Südosten versetzt worden. Man wird davon aber nicht überrascht sein, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Deutsche Seewarte vorwiegend Reisen zwischen dem Englischen Kanal und New York untersucht, die »Brandenburg« aber vorwiegend Reisen zwischen dem Englischen Kanal und Baltimore gemacht, zwischen 50 und 60° W-Lg. daher südlicher gestanden hat, als der durchschnittliche Weg der 12 Dampfer liegt, deren Versetzungen die Deutsche Seewarte untersucht hat. Die »Brandenburg« ist daher durchschnittlich etwas näher an dem Südrande des Golfstromes gewesen, wo sich erfahrungsgemäß Strömungen nach Südosten abzweigen. Und auf die südlichere Lage des durchschnittlichen Weges der »Brandenburg« dürfte es auch zurückzuführen sein, daß bei diesem Schiffe ebenfalls auf dem nördlichen Wege die südwestlichen Versetzungen noch stärker hervortreten als auf Reisen nach oder von New York. Die mittlere Größe aller Versetzungen, obwohl bei der »Brandenburg« etwas kleiner als im Durchschnitt bei jenen 12 Dampfern, ist bei der »Brandenburg« ebenfalls auf den südlichen vereinbarten Wegen größer als auf den nördlichen, und eine Durchsicht der Versetzungen bestätigt, daß die größten Versetzungen im Sinne der vorherrschenden Stromrichtung zu erfolgen pflegen. D. S.

3. **Eisberge auf der Höhe von Labrador.** Nach einem der Deutschen Seewarte zur Verfügung gestellten Berichte S. M. S. »Bremen« über die Reise von St. Johns nach Nain und zurück nach Montreal im August 1907 wurden auf dieser wenig befahrenen Route in nachfolgenden Positionen Eisberge angetroffen:

a. Zwischen St. Johns und Nain:

Datum 1907	Uhrzeit	N-Br.	W-Lg.	Bemerkungen	Datum 1907	Uhrzeit	N-Br.	W-Lg.	Bemerkungen
Aug. 11.	6^{40}h N.	51° 25′	54° 17′	1 Eisberg	Aug. 13.	6^{30}h V.	55° 25′	57° 40′	1 Eisberg
« 12.	5^{10}h V.	52° 53′	55° 0′	«		6^{45}h V.	55° 40′	57° 40′	«
	6^{25}h V.	53° 10′	54° 42′	«		7^{15}h V.	55° 50′	58° 25′	«
	10^{45}h V.	53° 30′	55° 0′	«		7^{40}h V.	55° 50′	58° 25′	«
	12^{10}h N.	53° 42′	55° 5′	«		8^{35}h V.	55° 51′	59° 10′	«
	2^{5}h N.	53° 55′	55° 5.5′	«		8^{50}h V.	55° 51′	59° 10′	«
	3^{10}h N.	54° 15′	55° 30′	«		11^{00}h V.	55° 54′	59° 32′	Gruppe von 12 Eisbergen
	3^{45}h N.	54° 20′	55° 6′	«					
	5^{10}h N.	54° 20′	55° 26′	«					
b. Zwischen Nain und Montreal:									
Aug. 20.	6^{40}h V.	54° 20′	57° 50′	1 Eisberg	Aug. 20.	10^{20}h V.	53° 26′	55° 30′	1 Eisberg
	8^{30}h V.	54° 5′	57° 30′	«	« 21.	12^{45}h V.	51° 45′	56° 8′	«

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Amundsen, Roald: **Die Nordwest-Passage.** Meine Polarfahrt auf der »Gjöa« 1903 bis 1907. Nebst einem Anhang von Premierleutnant Godfred Hansen. Übers. von Pauline Klaiber. Mit 140 Bildern und 3 Karten. 8°. 544 S. München 1908. Albert Langen. 12.00 M.

Die Norwegische Polarexpedition auf der »Gjöa« unter Amundsen ist zweifellos eine der hervorragendsten Großtaten auf dem Gebiet der Polarforschung. Einerseits ist das seit Ende des 16. Jahrhunderts angestrebte Ziel, die Umschiffung des Festlandes von Nordamerika, an das viele Expeditionen vergebens Tatkraft und Leben gewendet hatten (Untergang der Franklin-Expedition mit 134 Mann 1846), erreicht worden, andererseits ist mit der Umschiffung zugleich eine fast zwei Jahre umfassende, ununterbrochene Aufzeichnung der magnetischen Elemente in der Umgebung des magnetischen Nordpols gewonnen worden. Hierzu treten noch umfassende Kartierungen unbekannter Inselgruppen sowie zoologische und ethnographische Sammlungen und systematische meteorologische Beobachtungen. Kurz, die Expedition hat in vollem Maße die häufig betonte, aber nicht immer sich erfüllen lassende Forderung an polare Expeditionen angestrebt und erreicht: Erweiterung unseres Wissens über die dem Pol benachbarten Landmassen und gründliches Studium der Probleme der Geophysik in den Polargebieten selbst.

Digitized by Google

Das Wichtigste für jede Polarexpedition ist der Besitz eines geeigneten Schiffes, dessen Form und Größe sich nach den Eisverhältnissen des jeweiligen Gebietes richten und welches vor allen Dingen dem Eise den genügenden Widerstand bieten muß. Amundsen wählte die im Jahre 1872 gebaute Jacht »Gjöa«, welche sich schon viele Jahre bei Fahrten im Eismeer bewährt hatte. Trotz ihrer Kleinheit, 47 Reg. Tons, konnte auf ihr Proviant für fünf Jahre untergebracht werden, da die Zahl der Expeditionsteilnehmer nur sieben betrug. Die Jacht besaß einen vorzüglichen 13 P. S. starken Petroleummotor, welcher sich von unschätzbarem Nutzen erwies. Die Wahl eines so kleinen Schiffes war Bedingung für das Gelingen der Expedition, wie aus der Schilderung der Fahrt durch die schmalen, klippenreichen Kanäle an der Nordseite des amerikanischen Festlandes zu ersehen ist, wo oft nur 3 bis 4 Faden Tiefe vorhanden waren. Auch die kleine Besatzung erleichterte das Gelingen der Expedition, da — namentlich im Fall des Verlustes des Schiffes — eine Verproviantierung aus den natürlichen Wildbeständen der Polarregionen mit Hilfe der Eskimostämme möglich war.

Ende Juni 1903 verließ die »Gjöa« Christiania. Nachdem Schlitten, Hunde und Proviant in Godhavn an Bord genommen waren, wurde Cap York angesteuert. Die Melville-Bucht bot in diesem Jahr günstige Eisverhältnisse; dies war für das kleine Schiff von großer Wichtigkeit, da die Motorkraft zur Überwindung schweren Packeises nicht ausgereicht hätte. Bei der Insel Saunder wurde die dänische literarische Expedition unter Mylius Erichsen getroffen und bei Dalrymple Rock das dort für die »Gjöa« niedergelegte Depot (105 Kisten) an Bord genommen und als Deckslast verstaut. Durch den Lancaster-Sund ging die Fahrt weiter nach der Beechey-Insel, dem letzten Winterhafen der Franklin-Expedition, wo magnetische Beobachtungen zwecks Festlegung des Fahrtziels gemacht wurden. Ende August begann der schwierigste Teil, die Bezwingung der Inselstraßen, in denen die meisten Schiffe im Eis steckengeblieben waren; häufiger Nebel setzte ein, und in der Franklinstraße, westlich von Worth Somerset, verweigerte wegen der Nähe des magnetischen Pols die Kompaßnadel, welche schon vorher an Zuverlässigkeit eingebüßt hatte, den Dienst. War die Navigation schwierig, so waren doch die Eisverhältnisse ungemein günstig, so daß die Durchfahrt bis zur Südküste von King Williams-Land gelang, wo Ende September ein passender Winterhafen »Gjöahavn« bezogen wurde. Allerdings war das Schiff mehrmals nahe dem Untergang gewesen — einmal war Feuer an Bord ausgebrochen, ein anderes Mal war man gezwungen, die Jacht über die Klippen, auf denen sie festsaß, wegzusegeln, so daß der Kiel zum Teil zersplitterte.

Von September 1903 bis August 1905 dauerte die magnetische Beobachtungsperiode. Die Basisstation lag etwa 90 Sm vom magnetischen Pol entfernt, die Inklination betrug hier 89° 15′. Das Variationshaus mit den registrierenden Instrumenten wurde aus den äußeren Proviantkisten mit kupfernen Nägeln gebaut, das absolute Observatorium aus Schneesteinen. Außerdem wurden im Laufe der Beobachtungsperiode noch verschiedene Beobachtungen in der Umgebung angestellt, so daß ein reichhaltiges, einwandfreies Material gewonnen sein dürfte. Hand in Hand mit den Beobachtungen ging die Kartierung der Umgegend, welche später auf großen Schlittenexpeditionen nach Nordwesten weiter geführt wurde. Dauernd wurde der Jagd obgelegen, und es ist erstaunlich, welche Mengen an Wild (Rentiere, Bären, Seehunde, Eidervögel, Lachse) von den Jagdexpeditionen namentlich zu Beginn des Sommers gewonnen wurden. Eine gute Hilfe waren auch die zahlreichen Besuche von Eskimos, denen Amundsen einen breiten Raum in seinem Werk widmet, und deren Lebensgewohnheiten er eingehend schildert. So werden wir genau unterrichtet über den Bau der Schneehütten, der Boote, die Behandlung der Felle, Anfertigung der Kleidung u. a. m.

Anfang August 1905 wurden die Beobachtungen abgebrochen, und die »Gjöa« gelangte nach mehrwöchentlicher Fahrt durch die an Untiefen reiche Simpsonstraße längs der amerikanischen Nordküste bis King Point an der Mackenzie-Mündung, wo mehrere Walfänger angetroffen wurden. Hier setzten die Eisverhältnisse der Weiterfahrt wieder ein Halt entgegen, und erst Anfang August 1906 gelang es, mit mannigfachen Schwierigkeiten weiter westlich vorzudringen, bis Ende des Monats Point Barrow erreicht und hiermit die Nordwest-Passage vollendet war. Während der Überwinterung führte Amundsen eine Schlittenreise nach Eagle City aus, um die telegraphische Verbindung mit Europa zu erreichen. Ende März 1906 stirbt ein Mitglied der Expedition, Wiik, dem Amundsen warme Worte der Anerkennung widmet. Den Anhang bildet ein Bericht des Premierleutnant Godfred Hansen über eine 85tägige Schlittenreise nach Kong Haakon VII. Land, dessen Küste aufgenommen wurde, auch wurden auf der Fahrt mehrere kleinere Inseln entdeckt.

Das Werk ist anschaulich und interessant geschrieben; hoffentlich hindert sein starker Umfang nicht an einer recht weiten Verbreitung seines Inhalts und der in ihm niedergelegten, zahlreichen Beobachtungen.

Dr. W. Brennecke.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Angot, A.: *Traité élémentaire de météorologie.* 8°. VI, 412 p. Paris 1907. Gauthier-Villars. 12 Fr.

Service Météorologique de Belgique: *Nouvelles recherches sur la température climatologique.* J. Vincent. 4°. 120 p. Brüssel 1907. Hayez.

Lindenberg, Kgl. Preuß. Aeronautisches Observatorium. *Ergebnisse der Arbeiten im Jahre 1906.* II. Bd. Herausgegeben v. R. Aßmann. Fol. V, XIV, 176 S. m. Abbildgn. u. 3 Tafeln. Braunschweig 1908. Vieweg & Sohn. 15.00 *M.*

Smithsonian meteorological tables. 3d edit. 8°. 284 p. 14.40 *M.*

Kaßner, C.: *Das Wetter und seine Bedeutung für das praktische Leben.* 8°. IV, 148 S. Leipzig 1908. Quelle & Meyer. Gbd. 1.25 *M.*

Meeres- und Gewässerkunde.

Richard, J.: *L'Océanographie.* 4⁰. VI, 398 p. Paris 1907. Vuibert & Nony. 10 *M.*
Baschin, O.: *Die Wellen des Meeres.* (H. 12 d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 38 S. Berlin 1907. Mittler & Sohn. 0.50 *M.*
Hydrograph. Hauptverwaltung, St. Petersburg. *Meteorologische und hydrologische Beobachtungen, angestellt im Sommer 1905 auf dem Dampfer »Pakhtussow« im Nördlichen Eismeer.* 4⁰. VI, 90 p. Petersburg 1907.

Reisen und Expeditionen.

Darwin, Ch.: *Journal of researches during the voyage of H. M. S. »Beagle«.* (Illustr. Pocket Library.) 12⁰. 512 p. W. Collins. 2 sh.

Fischerei und Fauna.

Knipowitsch, N.: *Zur Ichthyologie des Eismeeres. Die von der russ. Polar-Expedition im Eismeer gesammelten Fische.* (Aus: »Mémoirs de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg.) 4⁰. 53 S. m. 2 Taf. u. 2 Bl. Erklärungen. Leipzig, Voss' Sort. 2.50 *M.*

Physik.

Lamb, H.: *Lehrbuch der Hydrodynamik.* Deutsch von Joh. Friedel. Gr. 8⁰. XIV, 788 S. Leipzig & Berlin 1907. B. G. Teubner. Gbd. 20.00 *M.*
Corbara, F.: *Trattato (teorico-practico) sul magnetismo dell navi in ferro e sulle bussole marine.* 8⁰. 20 *M.*

Terrestrische und astronomische Navigation.

Lecky, S. T. S.: *Wrinkles in practical navigation.* 15th ed. Revised and enlarged by William Allingham. 8⁰. 848 p. London 1908. G. Philip. 25.00 sh.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Reichs-Marine-Amt: *Verzeichnis der Leuchtfeuer aller Meere, nebst Verzeichnis der Zeitsignalstationen.* Abgeschlossen 1. XII. 1907. 8 Hefte. 8⁰. Berlin 1907, Mittler & Sohn. Geheftet 6.00 *M.*
Service Hydrographique, Paris: *Instructions nautiques. Bassin oriental de la Méditerranée. 2e Vol. Côte est de Grèce et Archipel grec; Turquie d'Europe et d'Asie, Dardanelles, Mer de Marmara et Bosphore.* Paris 1907. 8⁰. XXVIII, 570 p. 8.00 *M.*
— — — *Canal de Bristol et Mer d'Islande. Côtes ouest d'Angleterre et d'Ecosse.* Paris 1907. XXIV, 572 p. 8.00 *M.*
Denkschrift, betr. die Entwickelung des Kiautschou-Gebiets in der Zeit vom Oktbr. 1906 bis Oktbr. 1907. 4⁰. 79 S. u. 4 Taf. Berlin 1908. D. Reimer. 3.00 *M.*
Hydrograph. Hauptverwaltung, St. Petersburg. *Segelhandbuch des nordwestlichen Teiles des Stillen Ozeans.* Teil IIIa. 8⁰. XV, 329 p. n. Anhang. St. Petersburg 1905. (In russ. Sprache.)

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Berlin. Schiffbautechnische Gesellschaft: *Jahrbuch.* 9 Bd. 1908. 8⁰. 506 S. m. zahlreich. Abbild., Diagrammen, Plänen usw. Berlin 1908. Jul. Springer. 40.00 *M.*
Alderson, W. J. S.: *Hints on sailing service boats for beginners.* 12⁰. Gale & Polden. 1 sh.

Handelsgeographie und Statistik.

Baasch, E.: *Quellen zur Geschichte von Hamburgs Handel u. Schiffahrt im 17., 18. und 19. Jahrhundert.* Hrsg. m. Unterstützung der hamburg. Handelskammer. (In 5 Heften.) 1. Heft. 8⁰. 170 S. Hamburg 1908. L. Gräfe & Sillem. 5.50 *M.*
Verzeichnis der Hamburger Schiffe 1908. Zusammengestellt v. F. Schneider & Ch. Lübcke. 8⁰. 94 S. Hamburg. Eckardt & Messtorff. 2.70 *M.*

Verschiedenes.

Souvenirs de neuf congrès de navigation. Bruxelles, Vienne, Francfort a/M., Manchester, Paris, La Haye, Bruxelles, Paris, Düsseldorf. 1885—1902. F. B. Mas. 8⁰. 10 *M.*
Stahlberg, W.: *Der Hamburger Hafen und das Modell des Hamburger Hafenbetriebes im Museum f. Meereskunde.* (H. 10 d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 30 S. Berlin 1907. Mittler & Sohn. 0.50 *M.*
— *Der Hamburger Hafen, seine Gliederung und sein Betrieb.* (H. 11 d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 35 S., 1 Karte. Berlin 1907. Ebda. 0.50 *M.*
Hohmann, H.: *Eine Nordlandsfahrt. Schottland, Irland, Nordkap, Norwegen.* 8⁰. 83 S. m. Abbild. Darmstadt 1907. H. Hohmann. 2.00 *M.*
Zahn, W. v.: *Eine Ozeanfahrt. 1. Der Dienst auf der Kommandobrücke.* (H. 9 d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 40 S. Berlin 1907. Ebenda. 0.50 *M.*
Odrich, O.: *Meine Orientfahrt m. dem Vergnügungsdampfer »Meteor« der Hamburg-Amerika-Linie.* Ein Reisebericht. Gr. 8⁰. 60 S. m. Abbildgn. Berlin 1908. Reisebureau d. Hamburg-Amerika Linie. 1.00 *M.*

Digitized by Google

Hirschberg, Korv. Kapt.: *Ein deutscher Seeoffizier. Abt. C. S. M. S. Kreuzerfregatte »Prinz Adalbert« 1878—1880. Aus den hinterlassenen Papieren. Hrsgegeb. v. seiner Wittwe.* 8°. IV, 183 S. Gernrode 1907. Hirschberg. Gbd. 4.50 ℳ.

Kaumann, Kapt. Lt.: *Wie schlage ich die höhere Seemannslaufbahn in der Handelsmarine ein?* 8°. 15 S. Hamburg 1908. O. Meissner. 0.60 ℳ.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Die Verteilung der Temperatur in der Atmosphäre am nördlichen Polarkreis und in Trappes. »Gäa« 1908 Nr. 3.

Über die Beziehungen zwischen Druck und Temperatur bei mit der Höhe variablen Temperaturgradienten. A. Defant. »Sitzber. Akad. d. Wissensch. Wien« 1907. Math.-natw. Kl. Bd. CXVI. Abt. IIa.

Le contre-alizé, avec un chéma dans le texte. B. Brunhes. »La Géographie« 1908 Jan. 15.

Die Hurricanes oder Drehstürme Westindiens. A. Fischer. »Peterm. Mitteil.« Ergänz. H. 159.

Severe gales in the Southern Ozean. »Monthl. Met. Charts Indian Ocean«. (London, Meteorol. Office.) 1908 Febr.

Il regime pluviometrico sulle coste italiane. F. Eredia. »Rivista Agraria« 1907 Nov.

De luchtvaart ten dienste van het wetenschappelijk onderzoek in Nederld.-Indië. A. E. Rambaldo. »Tijdschr. Nederl. Aardrijkskund. Genootsch.« 1908, Januari 19.

Meeres- und Gewässerkunde.

Notiz über Strömungen im Schwarzen Meere. Sergejew. »Hydrogr. Denkschriften«. St. Petersburg. Bd. 28 1907. (In russ. Sprache.)

Een en ander over de waarde van stroomen, berekend uit stersbestekken onder ongunstige omstandigheden genomen en uit minder juiste gegiste bestekken. P. H. Gallé, »De Zee« 1908 Febr.

Currents in the neighbourhood of Tasmania. »Monthl. Met. Charts Indian Ocean«. (London, Meteorol. Office.) 1908 Febr.

Salzgehalt und Dichte der Meeresoberfläche in den westindischen Gewässern. G. Schott. »Peterm. Mitteil.« 1908 Nr. 1.

Einfluß der sibirischen Flüsse auf die Gewässer des Nördlichen Eismeers und des Karischen Meers. Polilow. »Hydrograph. Denkschriften«. St. Petersburg. Bd. 28 1907. (In russ. Sprache.)

Het onderzoek der zee in 1906. H. C. Redeke. »Jaarboek v. h. Rijksinstit. v. h. Onderzoek d. Zee« 1906.

Onderzoek naar de samenstelling van zeewater in de nabijheid van Spitsbergen. W. E. Ringer. Ebenda.

Über das Plankton der A-, B-, C-Stationen in der Elbmündung in den Jahren 1905—07. »Mitteil. Dtsch. Seefisch. Verein.« 1908 Januar.

Isforholdene i de arktiske have. 1907. The state of the ice in the arctic seas 1907. »Nautisk. Meteorolg. Aarbog.« 1907.

Reisen und Expeditionen.

Dalle Antille alle Guiane e all' Amazzonia, note intorno al viaggio della R. Nave »Dogali«, del comandante, capitano di fregata Gregoria Ronca. (Contin.) »Bollett. Soc. Geogr. Ital.« 1908 No. 2.

Fischerei und Fauna.

Bericht über die Lebensverhältnisse und den Fang der nordischen Seehunde. J. Hjort u. N. Knipowitsch. »Rapports et Procès-Verbaux«. Vol. VIII. (Conseil perman. internat. pour l'explor. de la mer.)

Der Walfischfang bei der chilenischen Insel Santa Maria. »Mitteil. Dtsch. Seefisch. Verein« 1908 Januar.

Recherches de pêche côtière à la côte de la Belgique. G. Gilson. »Rapports et Procès-Verbaux«. Vol. VII. (Conseil perman. internat. pour l'explor. de la mer.)

Rapport sommaire sur la plie et la pêche de la plie. Ebenda.

Project de rapport sur la pêche du saumon dans la Baltique. Ebenda.

Project de rapport sur les races de la plie dans la Mer du Nord. Ebenda.

De Garnalenvisscherij in Nederland. P. J. van Breemen. »Mededeel. over Visscherij« 1908 Jan.

Les pêcheries des côtes du Sénégal. A. Gruvel. »La Nature« 1908 Févr. 1er.

Die Längenmaße von in der südlichen Ostsee gefangenen Lachsen und Meerforellen als Vorbereitung einer event. Einführung von vereinbarten Mindestmaßen dieser Fische. O. Nordqvist. »Rapports et Procès-Verbaux«. Vol. IX. (Conseil perman. pour l'explor. de la mer.)

Markierungen von Lachsen und Meerforellen im Ostseegebiet. F. Trybom. Ebenda.

Die Markierungsversuche mit Aalen und die Wanderungen gekennzeichneter Aale in der Ostsee. F. Trybom u. G. Schneider. Ebenda.

Das Vorkommen von »Montées« und die Größe der kleinsten Aale in der Ostsee und in deren Flüssen. F. Trybom u. G. Schneider. Ebenda.

Die Clupeiden der Ostsee. G. Schneider. Ebenda.

Note préliminaire sur les Copépodes parasites des poissons provenant des campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince Albert 1er de Monaco on déposés dans les collections du Musée océanographique. A. Brian. »Bullet. Instit. Océanograph. Monaco« No. 110.
Considérations sur les scorpénides de la mer Nice. M. Jaquet. »Bullet. Instit. Océanograph. Monaco« No. 109.

Physik.

Étude expérimentale des lignes de courant de long des navires. Max. »Le Yacht« 1908 Febr. 8.
La résistance de l'air. A. Troller. »La Nature« 1908 Febr. 8.
Die Helligkeit des klaren Himmels und die Beleuchtung durch Sonne, Himmel und Rückstrahlung. Chr. Wiener. »Abhandl. d. Leopoldin.-Carolin. Dtsch. Akad. d. Naturforsch.« 73 Bd.
Contribution à l'étude du rayonnement calorifique solaire. C. Féry et G. Millochan. »Compt. Rendus« Tome CXLVI No. 5.
Compensazione empirica delle bussole. R. M. de Bellegarde. »Rivista Maritt.« 1908 Gennaio.
Bestimmungen der magnetischen Deklination im österreich-ungarischen Küstengebiete. 4. Heft Erdmagn. Reisebeobachtungen. Herausgegeb. von der Abteil. »Geophysik« d. Hydrograph. Amtes d. K. K. Kriegsmarine in Pola.
The work of the magnetic survey yacht »Galilee« in the Pacific Ocean during 1907. »Science« 1908 Jan. 17.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Die Leistungsfähigkeit der Unterwasser-Schallsignale. »Archiv f. Post u. Telegr.« 1908 Nr. 2.
Einfluß des Luftdrucks auf den Gang von Chronometern. Wilkitskij. »Hydrograph. Denkschriften« St. Petersburg. Bd. 28. (In russ. Sprache.)
Der Doppelkompaß nach Dr. Fr. Bidlingmaier. Fr. Lauffer. »Mitteil. a. d. Gebiet d. Seewesens« 1908 Nr. 2.
»Navigator«, Registrier-Apparat für Maschinen- und Rudermanöver. Fr. Gloystein. »Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellsch.« 1908.

Terrestrische und astronomische Navigation.

Kimmtiefen-Messung und -Verbesserung. Korv.-Kapt. Engel. »Mar. Rundschau« 1908 Nr. 2.
Bestimmung des Schiffsorts nach zwei vom Schiff auf das Ufer genommenen Richtlinien. Pawlow. »Hydrograph. Denkschriften« St. Petersburg. Bd. 28 1907. (In russ. Sprache.)
Lengte door maansafstand. P. Brug. »De Zee« 1908 Febr.
Ingezonden. E. Haringa. »De Zee« 1908 Febr.
Der gegenwärtige Streit über die beste Methode zur Bestimmung der geographischen Länge auf dem Meere. »Gäa« 1908 Nr. 3.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Holzladeplätze in Costa Rica. »Der Pilote« Heft 44.
Panama. Ebenda.
Mutacallo (Sechura-Bucht, Peru). Ebenda.
Die Fahrt S. M. S. »Vaterland« auf dem oberen Yangtse im Frühjahr und Sommer 1907. Toussaint. »Mar. Rundschau« 1908 Nr. 2.
Eenige beschouwingen en opmerkingen over de wenschelijkheid van verbeteringen in den haventoestanden te Tondjong Priok en to Soerabaya. J. A. de Wijn. »De Zee« 1908 Febr.
Die Phosphatlager von Nauru. »Deutsche Kolonialztg.« 1908 Nr. 7.
The harbours of New Zealand. »Naut. Magaz.« 1908 Febr.
Astronomische Beobachtungen des Lieut. Astaffjew im Nördlichen Eismeer. Oberlt. Mordowin. »Hydrograph. Denkschriften« St. Petersburg. Bd. 28 1907. (In russ. Sprache.)
Astronomische Arbeiten der Expedition ins Nördliche Eismeer im Sommer 1904 und geodätische Arbeiten auf derselben Expedition. Akhmatow. Ebenda. (In russ. Sprache.) Ebenda.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Eenheid van seinen, door Nachtseiner. »De Zee« 1908 Febr.
Morse signaling. H. C. Brewster. »Naut. Magaz.« 1908 Febr.
Das unterseeische Signalwesen im Jahre 1907. »Hansa« 1908 Nr. 5.
Wirkung von Wind und Seegang auf die Geschwindigkeit von Dampfern. Kuskow. (Referat über die Arbeiten von Dinklage, Reinicke und Heidke.) »Hydrograph. Denkschriften« St. Petersburg. Bd. 28. (In russ. Sprache.)
Steering. W. Johnson. »Naut. Magaz.« 1908 Febr.
Über die Trimmverhältnisse der Schiffe. »Hansa« 1908 Nr. 6.
Das Kentern der Schiffe beim Zuwasserlassen. L. Benjamin. »Jahrb. d. Schiffbautechn Gesellsch.« 1908.
Die einheitliche Behandlung der Schiffsberechnung zur Vereinfachung der Konstruktion. H. G. Hammer. »Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellsch.« 1908.
Weitere Schleppversuche mit Kahnmodellen in Kanalprofilen, ausgeführt in der Übigauer Versuchsanstalt. H. Engels & Fr. Gebers. Ebenda.
Eine neue Modell-Schleppmethode. H. Wellenkamp. Ebenda.
Electricity and navigation. H. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 Febr.

Beitrag zur Entwicklung der Wirkungsweise der Schiffsschrauben. O. Flamm. »Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellsch.« 1908.
Die Schraube als Treibapparat der Schiffe. »Mitteil. a. d. Gebiet d. Seewesens« 1908 Nr. 2.
Gasmotoren für den Schiffsbetrieb. Ebenda.
Onbrandbaar hout in den scheepsbouw. »De Zee« 1908 Febr.
Beschrijving van het aan de Koninklijke Paketvaart-Maatschappij toebehoorende Stoom-, Sleep-, Bergings- en Reddingsvaartuig »Dordt«, 190 Ton bruto inhoud. »De Zee« 1908 Febr.
Papin und die Erfindung des Dampfschiffs. E. Gerland. »Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellsch.« 1908.
Navegantes guipuzcoanos. Marqués de Seoane. »Revista General d. Marina« 1908 Enero.

Handelsgeographie und Statistik.

Seeschiffahrt, Binnenschiffahrt und Schiffbau in Rußland mit besonderer Rücksicht auf die Beziehungen zu Deutschland. E. Rágóczy. »Jahrb. d. Schiffbautechn. Gesellsch.« 1908.
Die Seeschiffahrt im Jahre 1906. 1. Teil: Bestand der deutschen Seeschiffe (Kauffahrteischiffe). »Statistik d. Dtsch. Reichs« Bd. 180, I.
—. 2. Teil: Schiffsunfälle an der deutschen Küste und Verunglückungen deutscher Seeschiffe. »Statistik d. Dtsch. Reichs« Bd. 180, II.
Schiffsverkehr im Jahre 1906 in Liverpool, Smyrna, Barranquilla, Colon, La Guaira und Puerto-Cortes. »Dtsch. Handels-Arch.« 1908 Januar.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1906 in Mahé. Ebenda.
Handel u. Schiffahrt im Jahre 1906 in Portugal. Ebenda.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Entscheidungen des Reichsgerichts. Zusammenstoß im Hamburger Hafen. Beiderseitiges Verschulden. »Hansa« 1908 Nr. 6.
Aus englischen Gerichtsverhandlungen. 1. Art. 19, 21 und 22 der Seestraßenordnung. 2. Art. 46 der Sondervorschriften für die Themse. »Hansa« 1908 Nr. 5.
Aus französischen Gerichtsentscheidungen. 1. Haftung des Ladungsempfängers für Einhalten der Löschzeit bei einem plötzlichen Ausstande. 2. Persönliche Haftbarkeit des Kapitäns. Ebenda.

Verschiedenes.

Een bezoek aan het Vlieger-Station te Hamburg. »Hemel en Dampkring« 1908 Januari.
Konferenz des deutschen Seefischerei-Vereins über die Frage der Hebung der Segelfischerei an der Nordsee. »Mitteil. d. Dtsch. Seefisch. Vereins« 1908 Febr.
Städtische Seefischmärkte und die Erfahrungen mit ihnen bis Dezember 1907. »Mitteil. Dtsch. Seefisch. Vereins« 1908 Januar.
Der Aufbau der Erdkruste in mathematisch-physikalischer Hinsicht. O. Hecker. »Geogr. Ztschr.« 1908 Nr. 1.
Der Pflichtkreis der Kapitäne. »Hansa« 1908 Nr. 7 u. 8.
Ein deutscher Seemann und die Goldausbeute in Australien. G. v. Neumayer. »Auf weiter Fahrt« Bd. V 1907.

Die Witterung an der deutschen Küste im Januar 1908.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel: red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum	10.4 m	63.9	−2.3	77.6	9.	[illegible]	8.	−0.4	0.7	0.4	0.1	−0.5	21	7
Wilhelmshaven .	8.5	65.2	−2.2	79.9	13.	48.0	8.	0.0	1.3	0.0	−0.2	−0.3	22	11
Keitum	11.3	62.9	0.8	77.3	28.	39.9	28.	0.9	1.5	1.2	1.1	+1.0	11	3
Hamburg	26.0	65.4	2.0	78.1	27.	40.4	8.	0.3	1.0	0.4	0.2	+0.8	21	5
Kiel	47.2	63.9	1.3	78.2	23.	48.0	8.	0.2	0.6	0.1	0.1	+0.9	23	6
Wustrow	7.0	63.7	1.0	78.8	23.	49.7	29.	0.3	0.8	0.4	0.4	+1.1	18	4
Swinemünde. . .	10.05	63.6	0.4	78.6	21.	50.1	29.	0.2	0.2	−0.1	0.1	+1.1	23	4
Rügenwaldermünde	1.0	63.0	0.0	78.8	21.	49.2	28.	0.1	0.5	0.3	0.3	+1.5	18	4
Neufahrwasser . .	4.5	61.8	1.5	78.2	21.	48.2	28.	0.1	1.0	0.2	0.2	+2.5	15	5
Memel	4.0	59.6	[illegible]	77.5	[illegible]	33.3	28.	1.5	0.7	1.0	−1.2	+2.0	19	4

[1] Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Digitized by Google

Stat.	Temperatur-Extreme: Mittl. tägl. Max.	Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit: Absolute, Mittl. mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	1.6	−1.4	5.3	27.	−9.3	3.	2.3	2.0	2.0	4.4	94	94	93	6.9	6.9	6.4	6.7	−0.4
Wilh.	2.1	−2.6	8.4	27.	−10.3	3.	2.6	2.3	2.4	4.3	92	86	91	6.9	7.8	7.1	7.3	0.0
Keit.	4.4	−0.4	8.3	27.	−6.9	3.	2.2	2.1	2.3	4.8	94	94	94	7.2	7.4	7.2	7.3	+0.4
Ham.	2.6	−1.8	7.6	27.	−9.6	3.	2.5	2.3	2.3	4.3	91	87	91	8.5	8.1	7.7	8.1	+0.5
Kiel	2.1	−1.9	6.3	27.	−9.7	3.	2.8	2.3	2.1	4.3	92	90	92	7.7	8.3	7.4	7.8	+0.2
Wus.	2.2	−1.2	4.8	17.	−6.6	9.	2.3	1.5	1.6	4.5	93	91	94	8.3	8.5	9.0	8.6	+0.8
Swin.	2.2	−1.9	6.2	18.	−10.8	3.	3.2	2.1	2.1	4.1	88	83	87	7.9	8.9	8.5	8.5	+0.9
Rüg.	1.9	−1.6	4.4	16.	−8.3	1.	2.3	1.8	1.4	4.4	94	92	94	8.6	8.5	7.5	8.2	+0.7
Neuf.	2.1	−1.8	5.9	16.	−11.4	1.	3.0	2.1	2.0	4.1	86	83	86	7.2	8.0	6.8	7.3	−0.4
Mem.	0.8	−3.3	4.1	18.	−20.8	2.	3.1	2.4	2.9	4.6	93	89	91	7.5	7.3	7.5	7.4	−0.4

Stat.	Niederschlag, mm: 8h V–8h N	8h N–8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	Zahl der Tage: mit Niederschlag ≥ 0.2 mm	1.0	5.0	10.0	⚡ u. T	Sommertage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Windgeschwindigkeit: Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	38	20	58	+15	17	7.	13	11	4	2	1	0	4	14	(7.0)	(−0.8)	16.5	9. 31.
Wilh.	37	19	56	+18	16	31.	11	8	5	2	1	0	2	16	?	?	12.5	6. 9. 10. 26. 28.
Keit.	36	14	50	+7	12	8.16.	9	8	3	2	0	0	2	16	5.7	+0.9	12	6. 8. 9. 26. 28.
Ham.	30	27	57	+9	15	7.	13	10	5	2	2	0	3	21	5.8	+0.3	12	6. 7. 9. 26. 28. 31.
Kiel	43	19	62	+12	13	31.	15	9	5	2	1	0	3	17	6.1	+0.3	12	6. 7. 9. 26. 27. 28. 31.
Wus.	13	34	47	+18	9	26.	11	11	3	0	0	0	0	20	6.0	0.0	12	6. 7. 26. 28. 31.
Swin.	16	20	36	+2	6	7. 9.	17	9	3	0	1	0	0	19	3.9	−0.9	10.5	?
Rüg.	20	37	57	+20	21	8.	19	12	2	1	0	0	0	20	8.3	—	15	3. 4. 6. 7. 9. 10. 27. 28.
Neuf.	11	20	31	+1	7	6.	11	6	2	0	0	0	2	14	6.4	—	12	1. 7. 10. 29.
Mem.	16	52	68	+33	20	6.	18	10	4	1	0	0	4	17	7.0	—	12	3. 6. 7. 12. 18. 27. 28. 29. 31.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage): N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	Mittl. Windstärke (Beaufort) 8h V	2h N	8h N
Bork.	1	2	2	0	4	0	15	1	3	4	44	3	6	0	5	1	2	3.0	3.1	3.1
Wilh.	0	4	2	2	1	0	9	6	4	5	28	16	7	2	0	0	7	3.4	3.2	3.7
Keit.	0	0	5	1	3	1	3	0	6	16	17	9	9	6	8	2	7	2.6	3.3	3.1
Ham.	0	3	0	3	0	3	10	7	1	6	11	42	1	2	2	2	0	3.6	3.6	3.9
Kiel	0	1	7	0	5	1	1	3	4	7	26	12	13	5	3	0	5	3.6	3.5	4.0
Wus.	1	2	4	0	3	1	3	3	1	3	27	12	26	2	1	0	4	4.2	4.1	4.1
Swin.	2	1	4	1	2	0	3	1	5	3	13	15	29	10	3	1	0	3.2	3.5	3.5
Rüg.	2	1	4	3	1	4	0	1	4	10	13	18	16	12	2	1	1	4.7	4.9	4.7
Neuf.	1	5	4	1	1	2	2	2	6	3	8	17	23	9	5	3	1	3.9	4.0	4.1
Mem.	3	4	3	3	1	1	0	3	9	3	20	9	15	3	12	3	1	4.0	4.3	4.1

Die Witterung an der deutschen Küste im Monat Januar zeichnete sich durch das häufige Auftreten stürmischer Winde und ergiebige Niederschläge aus. Der Grad der Bewölkung war nahezu normal, und auch die Temperaturen entfernten sich im Mittel an der Nordseeküste nur wenig von den Normalwerten, während an der östlichen Ostseeküste das Wetter im Durchschnitt ziemlich mild war.

Im Verlauf der Witterung während des verflossenen Monats treten besonders zwei Perioden regnerischen und stürmischen Charakters hervor, von denen die eine die Tage vom 6. bis 9., die zweite das Ende des Monats vom 26. ab umfaßte.

Vom 1. bis zum 5. Januar stand die Witterung unter antizyklonalem Einfluß, indem ein barometrisches Maximum unter dem Nachdrängen einer Depression

Digitized by Google

vom hohen Norden südwärts vorrückte und mit einem am 3. Januar über Schottland erschienenen in Verbindung trat, so daß sich über Kontinentaleuropa am 5. und 6. hoher Luftdruck einstellte. Während dieser Zeit herrschte meist heiteres, ruhiges und trockenes Wetter; nur im äußersten Osten fielen unter dem Einfluß einer nordöstlichen Depression (geringe) Niederschläge, und auch der Wind frischte unter ihrer Einwirkung dort mehrmals stark auf. Diese Tage, und besonders der 3., brachten starke Kälte und die überhaupt tiefsten Temperaturen des Monats. So sank das Thermometer in Wilhelmshaven auf —10°, in Memel sogar auf —21°. Am 6. aber trat eine wesentliche Änderung und Verschärfung der Wetterlage ein. Das Hochdruckgebiet über Kontinentaleuropa vereinigte sich mit einem von der Biscayasee heranziehenden Maximum, während über Nordeuropa zwei Ausläufer erschienen, die durch einen nach Skandinavien reichenden Keil hohen Druckes getrennt waren. Der östliche Ausläufer rief starkes Auffrischen der westlichen Winde an der östlichen Ostseeküste hervor und entfernte sich nach Rußland. Aus dem westlichen Ausläufer entwickelte sich ein tiefes Teilminimum, das am 6. und 7. Januar über das Skagerrak nach Westrußland vordrang und an der ganzen deutschen Küste am 6. Januar stürmische Winde, stellenweise sogar vollen Südweststurm hervorrief. Nach seinem Vorübergang erschien ein neues Minimum westlich von Irland, das einen ungewöhnlichen Weg einschlug und für die Witterung an der deutschen Küste große Bedeutung gewann. Es zog nämlich fast genau parallel dem Breitenkreis nach Osten mit seinem Kern über Mitteldeutschland hin und verursachte in Wechselwirkung mit einem über Westeuropa vordringenden Hochdruckgebiet am 9. an der ganzen deutschen Küste Nordoststurm, der stellenweise sogar zu schwerem Sturm anschwoll. Es zog schnell nach Osten ab, so daß der Wind im Westen bald abflaute, im Osten aber auch am 10. noch stürmisch aus Nordost wehte. Im Rücken des Minimums drang nunmehr das genannte Hochdruckgebiet nach Kontinentaleuropa vor, wo es bis zum 25. Januar bei nicht wesentlich veränderter Lage seines Maximums und wechselnder Ausdehnung verharrte und die Witterung an der deutschen Küste bis zum 25. beeinflußte. Während dieser Zeit zogen mehrere Ausläufer tiefen Druckes im Norden vorüber, die zeitweise das trockene und teilweise heitere Wetter unterbrachen und im äußersten Osten des deutschen Küstengebietes mehrfach stürmische West- bis Nordwestwinde im Gefolge hatten.

Vielfach trat während dieser Zeit verbreiteter Nebel auf, und das Wetter war bei schwachen, meist südwestlichen Winden durchschnittlich ziemlich mild. Ausgebreitete Niederschläge fielen besonders am 16. und 17. an der ganzen Küste. Am 26. aber trat wieder eine wesentliche Veränderung der Wetterlage ein. Das genannte Hochdruckgebiet wich vor dem Anrücken einer umfangreichen Depression zurück; diese zog im Norden vorüber und entwickelte einen Ausläufer, der am Morgen des 26. über den Britischen Inseln lag und, zu einem tiefen Teilminimum entwickelt, unter starkem Auffrischen der aus westlicher Richtung wehenden Winde sowie ergiebigen Regenfällen längs der deutschen Küste fortschritt. Ihm folgte ein zweites Teilminimum, das am 28. über Südschweden lag und die immer noch lebhafte Luftbewegung wieder zu stürmischen Winden anschwellen ließ. Ein neuer Ausläufer erschien am 30. bei Island und entwickelte sich zu einer vom hohen Norden bis nach den Alpen reichenden umfangreichen, ganz Nordeuropa umfassenden Depression; in ihrem Bereiche wehten an der ganzen deutschen Küste stürmische, meist südwestliche Winde. Während dieser ganzen Periode herrschte fast andauernd Regenwetter, und die Temperaturen hielten sich etwas oberhalb des Gefrierpunktes.

Berichtigung.

In der Abhandlung von Joseph Krauß: **Die Verwendung von Höhentafeln zur Berechnung der wahren Höhen für den genauen Schiffsort,** »Ann. d. Hydr. usw.« 1907, ist auf S. 569 in Zeile 19 von unten rechts zu setzen **21.6′ log pr. = ′444** statt 21.0′ log pr. = ′444.

Digitized by Google

vc
er
6.
ru
ei
fr
so
de
so
de
si
N
re
st
un
si
W
st
se
un
gr
na
W
9.
sc
im
we
ge
ve
die
Ze
da
de
Ge

wa
Au
An
ge
zu
Mc
en
Wi
fol
no
Ei
vo
eu
de
Pe
sic

der
vor

gen. z

25°
1379

gen zwisch

5
25° 2
1379 11

15. J
10°
1. F
1. M
1. A
1. M
1. J
1. J
1. A
1. Se
1. Ok
1. No
1. De
1. Ja
10°
15. Ja

der
eten
den
äne
nen
chst

ien.

ent-
-B.-
gut
ach

der
in
ang
ach
Sm

len,
ing
im
so
ge.
Lg.
ern
ebt
ern
Lg.

an
er
an
so
Be-
ere

m
Br.
en,

g.
gt
de
lie
bei

d

Digitized by Google

vc
er
6.
ru
ei
fri
so
de
so
de
si
N
re
st
un
si
W
sti
sei
un
gr
na
W
9.
sc
im
we
ge
ve
die
Ze
da
de
Ge

wa
Au
An
ge
zu
Mo
ent
Wi
fol
no
Ei
vo
eu
de
Pe
sic

der
von

Digitized by Google

nörd

:5
3°
See
15. Jan
1. Febr.
1. März
1. Apr.
1. Mai
1. Juni
1. Juli
1. Aug.
1. Sept.
1. Okto
1. Nove
1. Deze
1. Jan
15. Jan

as Wi

en

en der
hneten
tenden
ıpitäne
ebenen
glichst

ımbien.

d ent-
B-B.-
st gut
nach

n der
Br. in
nfang
nach
30 Sm

eiden,
igung
ge im
on, so
Wege.
O-Lg.
ätern
strebt
ttlern
V-Lg.

man
mber
man
n, so
Be-
tlere

l um
S-Br.
ılsen,

-Lg.
ingt
inde
die
labei

nd

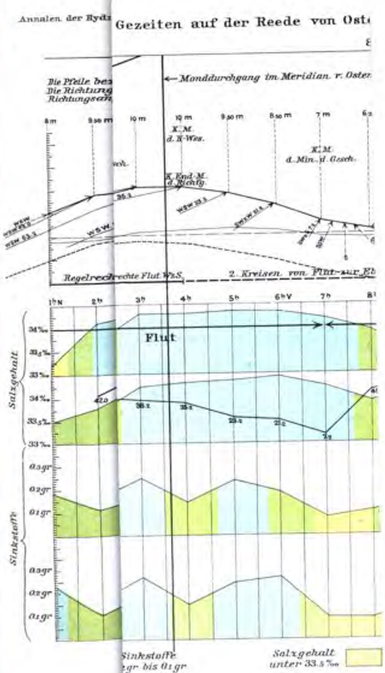
Digitized by Google

vc
er
6.
ru
eii
fri
so
de
so
de
sic
Nc
re
sti
un
sic
W
sti
sei
un
gr
na
W
9.
sci
im
we
ge
ve
die
Ze
da
de
Ge

wa
Au
An
ge
zu
Mc
ent
Wi
fol
no
Ei
vo
eu
de
Pe
sic

der
von

Digitized by Google



en

n der
neten
enden
pitäne
benen
glichst

mbien.

l ent-
B-B.-
st gut
nach

n der
Br. in
nfang
nach
30 Sm

eiden,
igung
ge im
n, so
Wege.
O-Lg.
ätern
strebt
tlern
V-Lg.

man
mber
man
n, so
Be-
tlere

um
S-Br.
lsen,

/-Lg.
ringt
inde
ı die
labei

und
uche

Digitized by Google

vc
er
6.
ru
ei
fr
so
de
so
de
si
N
re
st
un
si
W
sti
sei
un
gr
na
W
9.
sc
im
we
ge
ve
di
Ze
da
de
Ge

wa
Au
An
ge
zu
Mo
en
Wi
fol
no
Ei
vo
eu
de
Pe
sic

der
vo

Digitized by Google

Kurze Anweisungen für Segelschiffsreisen zwischen Australien und den Westküsten Amerikas.

Vorwort. Die folgenden Anweisungen sollen, ohne auf Einzelheiten der Reisen einzugehen, nur einen schnellen Überblick über die oben bezeichneten Seglerwege im Stillen Ozean geben. Mit den auf solchen Reisen zu erwartenden meteorologischen und hydrographischen Verhältnissen sollten sich die Kapitäne und Schiffsoffiziere nach dem von der Deutschen Seewarte herausgegebenen »Segelhandbuche für den Stillen Ozean« und dem dazugehörigen Atlas möglichst vertraut machen.

1. Von Newcastle oder Sydney nach Kalifornien, Oregon oder Britisch-Kolumbien.

1a. Reiseantritt von April bis Oktober.

Westwindgebiet. Man nehme den Weg nördlich von Neu-Seeland entlang, dann halte man gut Süd und segle bei östlichen Winden lieber auf B-B.-Halsen als auf St-B.-Halsen, selbst wenn auf B-B.-Halsen zunächst kein Ost gut gemacht wird, um nicht schon westlich von 167° W-Lg. über $33^1/_2$° S-Br. nach Norden gedrängt zu werden.

Südostpassatgrenze. Weiterhin nehme man den Weg im Westen der Paumotu-Inseln, dazu schneide man 30° S-Br. in 158° W-Lg. und 25° S-Br. in 153° W-Lg. oder etwas östlicher, namentlich etwas östlicher im April und Anfang Mai oder Ende September und im Oktober, weil dann der Passat weit nach Süden reicht. Wird man westlich von Tahiti gedrängt, so bleibe man gut 30 Sm davon entfernt, um nicht in Lee der Insel in Windstille zu geraten.

Südostpassat. Um die Linie in 149° W-Lg. oder östlicher zu schneiden, halte man im Südostpassat Ost an; wenn es aber nicht ohne Beeinträchtigung der Fahrgeschwindigkeit geht, so lasse man es darauf ankommen, jene Länge im Oststrom noch nördlich der Linie gewinnen zu können. Hat man sie schon, so durchfahre man das äquatoriale Gebiet der flauen Winde auf dem kürzesten Wege.

Nordostpassat. 5° N-Br. sollte man im April, Mai und Juni in 145° O-Lg. zu schneiden suchen, weil der Nordostpassat dann schral ist, in den spätern Monaten kann man nördlich von 5° N-Br. noch Länge holen und sollte bestrebt sein, 10° N-Br. nicht westlich von 147° W-Lg. zu schneiden. Unter mittlern Windverhältnissen im Nordostpassat würde man von 10° N-Br. und 150° W-Lg. aus indessen noch 100 Sm luvwärts von Hawai bleiben.

Westwindgebiet. An der Nordgrenze des Nordostpassates steuere man nicht gleich zu östlich, sondern suche namentlich im Juli, August und September um die Nordseite des dort lagernden Hochdruckgebietes zu segeln, wenn man dabei auch 40° N-Br. überschreitet. Ist es nicht nötig, so nördlich zu gehen, so sollte man doch nicht früher auf die Küste zu biegen, als bis man den Bestimmungsort rechtweisend Ost oder südlich von Ost von sich hat. Die mittlere Reisedauer nach Kalifornien auf diesem Wege beträgt etwa 67 Tage.

1b. Reiseantritt von November bis März.

Westwindgebiet. Man nehme den Weg südlich von Neu-Seeland um die Südseite der Snares, und halte sich bis 135° W-Lg. südlich von 40° S-Br. Trifft man dabei Ostwind mit hohem Barometer, so segle man auf B-B.-Halsen, bis der Wind raumt.

Grenze des Südostpassates. 30° S-Br. steuere man in etwa 123° W-Lg. an, trifft man dort nördlichen Wind bei rasch fallendem Barometer, so springt der Wind wahrscheinlich bald um, fällt das Barometer bei nördlichem Winde nicht, so segle man auf St-B.-Halsen nach der Westseite der Depression in die dort südlichen Winde. Ist das Wetter stürmisch, so muß man natürlich dabei vorsichtig sein.

Der Südostpassat ist jetzt auf der westlichen Hälfte des Ozeans und auch noch an der Ostseite der Paumotu-Inseln manchmal gestört, darum suche

man ihn, wie angegeben, in 123° O-Lg. zu erreichen; hat man ihn erfaßt, so steuere man so schnell wie möglich hindurch.

Nordostpassat. Die Linie sollte man nicht östlich von 118° W-Lg. schneiden und recht nach Norden steuern, bis man vom Nordostpassat abgewiesen wird.

Grenze des Nordostpassates. Ist man nach Portland oder Britisch-Kolumbien bestimmt, so kann man jetzt von der Nordgrenze des Nordostpassates den nächsten Weg einschlagen; will man nach Kalifornien, so mache man genug Nord gut, um mit den nördlichen Küstenwinden die Küste weit genug luvwärts zu erreichen.

Mittlere Reisedauer nach Kalifornien etwa 73 Tage.

Weg im Oktober. Wenn auch im Oktober schon Störungen des Südostpassates vorkommen, so nehme man doch den unter 1a gegebenen westlichen Weg, es sei denn, man würde in der zweiten Hälfte des Oktober durch östliche Winde im Anfang der Reise nach Süden gedrängt.

2. Von Newcastle oder Sydney nach Honolulu.

2a. Reiseantritt von April bis Oktober.

Man nehme den unter 1a für Schiffe nach Kalifornien usw. angegebenen Weg, vermeide die Leeseite der hohen Sandwich-Inseln und segle deshalb Nord um Hawai, Maui und Molokai.

2b. Reiseantritt von November bis März.

Man nehme den Weg nördlich von Neu-Seeland und westlich der Paumotugruppe, lasse sich aber nicht zu früh in den Südostpassat drängen und suche 30° S-Br. östlich von 155° W-Lg. zu schneiden. Ist man zu einem westlicheren Schnittpunkte gedrängt worden, so mache man bei Störungen des Südostpassates Ost gut und suche die Linie, im Februar, März und April schon 10° S-Br., in 145° W-Lg. oder östlicher zu schneiden.

Ist es nicht möglich Honolulu auf St-B.-Halsen anzuholen, so mache man nördlich vom Nordostpassat genügend Ost gut.

Mittlere Reisedauer von Newcastle nach Honolulu = 63 Tage.

3. Von Newcastle oder Sydney nach Mazatlan und den nördlichen Häfen Mexikos.

3a. Reiseantritt von Mitte April bis Mitte September.

Westwindgebiet. Man nehme den Weg nördlich von Neu-Seeland, halte sich dann aber bis etwa 145° W-Lg. südlich von 35° S-Br. Weiterhin schneide man 30° S-Br. in etwa 126° W-Lg. und 25° S-Br. in 118 bis 119° W-Lg.

Im Südostpassat halte man gut voll, schneide aber die Linie nicht östlich von 112° W-Lg. Nördlich der Linie setze man mit raumendem Winde den Kurs auf den Bestimmungsort. Vor Ende Juli halte man sich dann etwas westlich vom geraden Wege, weil man auf der letzten Strecke noch nordwestliche Winde erwarten kann.

3b. Reiseantritt von Mitte September bis Mitte April.

Westwindgebiet. Man nehme den Weg südlich von Neu-Seeland und steuere 30° S-Br. im Mittel etwa in 110° W-Lg. an, von November bis April etwas östlicher, im Oktober und im Mai etwas westlicher.

Im Südostpassat hole man so viel Ostlänge an, wie bequem zu gewinnen ist; die äquatoriale Mallung durchsegle man auf dem kürzesten Wege.

Die Südgrenze des Nordostpassates sollte man in 109° W-Lg. oder östlicher erreichen, von da segle man auf St-B.-Halsen und wende, wenn man die Breite von Kap San Lukas erreicht hat, falls man in den Golf von Kalifornien will, oder wenn man die Breite des sonstigen Bestimmungsortes erreicht hat.

Küstengebiet. Im November und Dezember empfiehlt es sich, bei anfangs vielleicht schralem Winde, die Breite durch einen gelegentlichen Schlag auf St-B.-Halsen festzuhalten, von etwa Januar an pflegt der Wind aber bald zu raumen, wenn man auf B-B.-Halsen segelt; man kann dann deshalb auch schon,

ehe die Breite des Bestimmungsortes oder von Kap San Lukas ganz erreicht ist, auf B-B.-Halsen gehen, wenn der Nordostpassat auf rechtweisend Nord holt.

Die Reisedauer eines Seglers von Newcastle nach Mazatlan war 65 Tage, die kürzeste der Seewarte bekannt gewordene Reise hat 59 Tage gedauert.

4. Von Newcastle oder Sydney nach den südlicheren Häfen Mexikos.

Man nehme die unter 3a und 3b gegebenen Wege, steuere aber dabei die Südgrenze des Südostpassates und des Nordostpassates entsprechend der Lage des Bestimmungsortes östlicher an.

5. Von Newcastle oder Sydney nach Zentralamerika.

Westwindgebiet. Man gehe zu jeder Jahreszeit süd um Neu-Seeland, segle im Westwindgebiet südlich von 40° S-Br. nach Osten und schneide weiterhin

5a. auf dem Wege nach Panama oder Costarica

30° S-Br. im südlichen Sommer in etwa 97° W-Lg. oder etwas westlicher,
30° « « Winter « « 100° « « « « .

Der Südostpassat wird beim Fortschreiten nach Norden raumer; man steuere damit östlich von den Galapagos-Inseln entlang. Holt dann der Wind in der Nähe der Linie nach Süd oder Südwest — Südwestmonsun —, wobei er im nördlichen Sommer ziemlich frisch, im nördlichen Winter aber flau und unbeständig zu sein pflegt, so steuere man geradenwegs nach dem Bestimmungsorte, doch sollte man von Dezember bis April, den Kurs 40 bis 50 Sm östlich von Kap Mala setzen, wenn man nach Panama will. Bekommt man dann den Wind von vorn, aus dem Golf von Panama heraus, so gehe man auf B-B.-Halsen und kreuze an der Ostseite des Golfes auf.

5b. Auf dem Wege nach Korinto oder dem Golf von Fonseca,

wenn die Reise von September bis Februar angetreten wird, nehme man den unter 5a) gegebenen Weg nach der Ostseite der Galapagos-Inseln, setze von da aus den Kurs nach Kap Blanco und segle dann an der Küste entlang den Bestimmungsort an, weil um diese Zeit, von November bis April, an der Küste nördlich von Kap Blanco frische bis steife Nordost- bis Ostwinde, die sogenannten Papagayos, auftreten.

Wenn die Reise nach Korinto oder dem Golf von Fonseca von März bis August angetreten wird, man also die Westküste von Zentralamerika von Mai bis August erreicht, so schneide man 30° S-Br. in 100° W-Lg. im März bis 105° W-Lg. im August, steuere westlich von den Galapagos-Inseln nach Norden, und wenn sie passiert sind, mit den bald südwestlich holenden Winden (vgl. 5a) auf den Bestimmungsort zu.

Mittlere Reisedauer von Newcastle nach Panama = 93 Tage, von Newcastle nach Acapulco = 80 Tage.

6. Von Newcastle oder Sydney nach Häfen an der Westküste von Südamerika.

Westwindgebiet. Man nehme den Weg süd um Neu-Seeland; nur wenn sich im südlichen Winter dazu keine gute Gelegenheit bieten sollte, sollte man den Weg nord um Neu-Seeland nehmen, besonders wenn man nach Guayaquil oder Callao bestimmt ist. Dann laufe man die Länge im Westwindgebiet ab und biege nicht westlich von den folgenden Schnittpunkten in das Passatgebiet oder das Gebiet der südlichen Küstenwinde auf:

Nach Guayaquil schneide man 30° S-Br. nicht westlich von 90° W-Lg.
« Callao « « 30° « « « « 86° «
« Iquique « « 30° « « « « 78° «
« Valparaiso « « 40° « « « « 78° «

Der größte Kreis von Sydney nach Valparaiso führt mitten zwischen Neu-Seeland und den Aukland-Inseln durch, der nach Iquique führt über das Südende Neu-Seelands und schneidet:

180° W-Lg.	in 51° S-Br.	120° W-Lg.	in $54^1/_4{}^\circ$ S-Br
160° «	« $55^1/_2{}^\circ$ «	100° «	« 46° «
140° «	« 56° «	80° «	« $31^1/_2{}^\circ$ «

Digitized by Google

Der größte Kreis nach Guayaquil führt über die Cook-Straße; den Weg durch diese Straße zu nehmen, ist aber für gewöhnlich nicht zweckmäßig.

Mittlere Reisedauer von Newcastle nach Valparaiso = 46 Tage, von Newcastle nach Iquique = 50 Tage.

7. Von Melbourne oder der Bass-Straße nach den Westküsten von Amerika.

Wenn man nach Honolulu will, so nehme man stets, und wenn man nach Kalifornien oder Britisch-Kolumbien will, so nehme man von April bis Oktober den Weg nord um Neu-Seeland, in allen übrigen Fällen nehme man den Weg süd um Neu-Seeland und verfahre weiter, wie unter 1 bis 6 angegeben ist.

Bemerkung. Den Weg durch die Cook-Straße zu nehmen, ist für gewöhnlich nicht zweckmäßig.

8. Von Britisch-Kolumbien nach Australien.

8 a. Reiseantritt von Anfang April bis Ende September.

Westwindgebiet. Man suche so schnell wie möglich in den Nordostpassat zu gelangen und entferne sich dazu bei ungünstigem Winde, namentlich in den eigentlichen Sommermonaten, nicht zu weit von der Küste, weil man dort eher auf die nördlichen Küstenwinde rechnen kann.

Im Nordostpassat steuere man nach 10° N-Br. und 146° W-Lg. oder, wenn man besonders gute Gelegenheit hat, nach 10° N-Br. und 156° W-Lg., schneide die äquatoriale Mallung auf Süd- bis Südsüdwestkurs und laufe im frischesten Südostpassat unweit der Linie und etwas südlicher am meisten Länge ab. Dann biege man südlich von der Phönix- und der Ellice-Gruppe in gutem Abstande um die Nordwestseite der Fidji-Inseln, setze den Kurs etwa auf Walpole Island, vor der Südostseite von Neu-Kaledonien und über 30° S-Br. in 156° oder 157° O-Lg. nach dem Bestimmungsorte.

8 b. Reiseantritt von Anfang Oktober bis Ende März.

Westwindgebiet. Man suche schnell den Nordostpassat zu erreichen, ohne sich durch die herrschenden westlichen Winde an die Küste drängen zu lassen. Bei östlichen bis südlichen Winden suche man das Gebiet niedrigen Luftdruckes, zu dem sie gehören, an seiner Nordseite auf westlichen Kursen zu umsegeln.

Im Nordostpassat steuere man nach 10° N-Br. in 142° W-Lg., durchsegle das Gebiet der unzuverlässigen Winde auf Süd- bis Südsüdwestkurs und nehme dann den Weg zwischen den Samoa- und den Cook-Inseln durch nach der Südseite der Tonga-Inseln. Der Südostpassat ist um diese Jahreszeit oft gestört; trifft man im nördlichen Teile des Südostpassates frische Brise, so nehme man den Kurs gut westlich, um den Strich des gestörten Passates meistens von etwa 10 bis 22° S-Br. und 160 bis 165° W-Lg. auf südlichen Kursen möglichst schnell zu überschreiten. Hat man den Passat im Süden der Inseln, zuweilen erst auf 25° S-Br. erreicht, so sollte man sich weder seiner Südgrenze noch seiner Nordgrenze zu sehr nähern; diese Grenzen verschieben sich häufig. Im Mittel findet man den besten Passat zwischen 25 und 29° S-Br. Steigen des Barometers deutet an, daß man sich der Südgrenze, Fallen des Barometers, daß man sich der Nordgrenze zu sehr nähert.

Die Orkane, die um diese Zeit hier vorkommen, schreiten südlich von 20° S-Br. meistens schon in südlicher bis südöstlicher Richtung fort. Bei südöstlichem Winde befindet man sich deshalb auf der rechten Seite der Orkanbahn und kann nichts Besseres tun, als nach Westen zu steuern. Bei Nordostwind dürfte es ratsam sein, auf B-B.-Halsen beizudrehen. In der schwierigsten Lage, wenn die Windrichtung Ost ist, dürfte es am besten sein, so zu laufen, daß der Wind einige Strich von B-B. und von hinten kommt; man steuere also etwa WSW.

Wird auf diesen Reisen die Linie noch vor dem 20. April erreicht oder trifft man auf südlicher Breite gestörten Passat, so nehme man den unter 8 b vorgeschlagenen Weg.

Wird die Linie nach dem 20. April erreicht oder trifft man stetigen Südostpassat, so nehme man den unter 8 a angegebenen Weg.

Digitized by Google

8c. Reiseantritt von Mitte November bis Mitte Februar.

Nordostpassat. Wenn man den Nordostpassat sehr frisch trifft, so kann man in dieser Zeit statt des unter 8 b) gegebenen Weges auch den folgenden einschlagen. Man laufe geradenwegs zwischen den Gilbert-Inseln und den Marschall-Inseln durch nach 0° Br. und 169° O-Lg. Von da steuere man zwischen den Salomon- und den Santa Cruz-Inseln durch nach dem Ende des D'Entrecasteaux-Riffes im Nordwesten von Neu-Kaledonien und, ohne gleich zuviel Ost zu vergeben, von da nach dem Bestimmungsorte. Man gelangt auf diesem Wege etwa zwischen der Linie und 10° S-Br. in das Gebiet des

Nordwestmonsuns; sollte dieser so schral sein, daß man die Westseite der Santa Cruz-Inseln nicht anholen kann, so gehe man östlich davon entlang. Der Südostpassat ist in ungefähr 14° S-Br. zu erwarten.

9. Von Kalifornien nach Australien.

Man laufe mit den nordwestlichen Küstenwinden auf dem kürzesten Wege in den Nordostpassat und verfahre nach 8a, b und c, wie wenn man von Britisch-Kolumbien käme.

10. Von Mexiko nach Australien.

10a. Reiseantritt von April bis September.

Man steuere, ohne sich unnötig nach Süden drängen zu lassen, auf dem kürzesten Wege in den Nordostpassat, dort nach dem Schnittpunkte 10° N-Br. in 146 oder 156° W-Lg. (vgl. 8a) und, wie dort angegeben ist, um die Nordwestseite der Fidji-Inseln weiter. Wird man, besonders von Ende Juni an, gleich im Anfang der Reise in den über die Linie als Südwind herübergreifenden Südostpassat gedrängt, so suche man auf B-B.-Halsen möglichst schnell in den Strich des frischesten Südostpassates zu gelangen, segle in diesem nach der Nordseite der Fidji-Inseln und nach 8a weiter.

10b. Reiseantritt von Oktober bis Februar.

Küstenwinde. Man steuere über etwa 10° N-Br. und 120° W-Lg. den Gürtel der äquatorialen Mallungen an, überschreite ihn auf dem kürzesten Wege und nehme den Weg nach der Südostseite der Paumotu-Inseln.

Südostpassat. Bei hohem Barometerstande und frischem Südostpassat biege man zeitig nach Westen und steuere zwischen den südöstlichsten Inseln der Gruppe durch, bei niedrigem Barometer und unstetem Passat steuere man erst weiter südlich nach Westen. Auf dem Wege nach Westen lasse man sich nicht aus dem Passat nach Süden, aber auch nicht nördlich in das Gebiet der Passatstörungen drängen, vgl. dazu 8b und 12a.

10c. Reiseantritt im März.

Es dürfte am besten sein, in diesem Monat, ohne sich zu zeitig südlich drängen zu lassen, nach 10° N-Br. und 142° W-Lg. zu steuern und von da nach 8b zu verfahren.

Die Reise von Guaymas nach Sydney ist in 47 Tagen zurückgelegt worden, die längste der Deutschen Seewarte bekannt gewordene Reise dauerte 83 Tage von Salina Cruz nach Sydney.

11. Von Zentralamerika nach Australien.

Windstilles Äquatorialgebiet. Alle Segler müssen zunächst danach streben, möglichst schnell aus dem windstillen Gebiet, und zwar je nach der Jahreszeit oder nach der Lage des Abfahrtsortes, in den Nordostpassat oder in den Südostpassat zu gelangen. Dabei müssen sie den gerade angetroffenen Umständen weitgehend Rechnung tragen, und sollten sich auch nicht scheuen, von den folgenden Anweisungen, die nur für mittlere Verhältnisse als allgemeine Anhaltspunkte gegeben sind, abzuweichen, um eine gerade angetroffene Gelegenheit voll auszunützen, wenn dabei nur im Auge behalten wird, daß der eingeschlagene Weg aus dem Stillengebiet führt.

Digitized by Google

11 a. Reiseantritt von Korinto.

Nordostpassat. Von November bis März suche man auf westlichen Kursen den Nordostpassat zu erfassen, steuere im November, Dezember, Januar und Februar nach dem Schnittpunkte 10° N-Br. in etwa 120° W-Lg. und verfahre von hier aus nach 10 b. Erreicht man 10° N-Br. und 120° W-Lg. nicht mehr im Februar oder doch in der ersten Hälfte März, so mag es besser sein, im Nordostpassat nach 10° N-Br. in 142° W-Lg. zu steuern und von hier aus auf dem unter 8 b gegebenen Wege weiter zu fahren.

Äquatorialgebiet. Von April bis Oktober suche man in den Südostpassat zu gelangen; man steuere zunächst etwa Südwest; erhält man dann südliche bis südwestliche Winde, so segle man auf B-B.-Halsen, solange man dabei Süd anholt oder doch kein Nord zusetzt; andernfalls segle man auf St-B.-Halsen und scheue sich im April nicht, den Weg östlich von den Galapagos-Inseln zu nehmen. Hat man den Südostpassat erreicht, so steuere man südwestlich, bis er frisch geworden ist, und dann um die Nordwestseite der Fidji-Inseln, wie unter 8 a angegeben ist, weiter.

11 b. Reiseantritt von Punta Arenas oder südlicheren Häfen.

Äquatorialgebiet. Von November bis Mai suche man anfangs West gutzumachen oder wenigstens Westlänge zu halten, im Striche nordöstlicher Strömungen nördlich von 5° N-Br. halte man sich aber nicht mit Kreuzen auf, wenn man auf B-B.-Halsen Breite zusetzt, denn wahrscheinlich findet man in der Nähe der Küste westlicheren Wind und günstigere Strömungen. Holt der Wind zeitig auf Süd, so nehme man im November, Dezember und Mai den Weg nördlich der Galapagos-Inseln, im Januar, Februar, März und April jedoch lieber südlich davon, weil dann nördlich der Galapagos viele Windstillen sind.

Von Juni bis Oktober kreuze man nördlich von den Galapagos-Inseln in den Südostpassat.

Erreicht man den Südostpassat von November bis Ende Februar, so steuere man um die Südostseite der Paumotu-Inseln und nach 10 b weiter. Vgl. auch 12 a.

Erreicht man den Südostpassat im März und im Oktober, so steuere man etwa bei Fatu Hiva, der südlichsten der Marquesas-Inseln, entlang, zwischen den Paumotu- und den Tonga-Inseln nach Süden und, wie in 8 b angegeben ist, weiter.

Erreicht man den Südostpassat von April bis September, so steuere man im Striche des frischesten Passates nach Westen um die Nordwestseite der Fidji-Inseln und von dort nach 8 a weiter.

12. Von Iquique nach Sydney oder Newcastle.

12 a. Reiseantritt von Mitte Oktober bis Mitte Februar.

Man nehme den Weg an der Südseite der Paumotu-Inseln vorüber und weiter hin unweit der Südgrenze des Südostpassates entlang nach Westen. Die mittlern Schnittpunkte, die von 8 Schiffen nach den meteorologischen Tagebüchern der Deutschen Seewarte um diese Jahreszeit innegehalten worden sind, waren: 100° W-Lg. in 20° S-Br., 130° W-Lg. in etwa 25.2° S-Br., 150° W-Lg. in etwa 26.7° S-Br., 180° W-Lg. in etwa 27.6° S-Br. und 160° O-Lg. in etwa 30.2° S-Br. Die Entfernung beträgt auf diesem Wege etwa 7600 Sm und die mittlere Reisedauer 62 Tage; 46 Tage war die kürzeste und 79 Tage die längste Reise auf diesem Wege. Man kehre sich aber weniger an die Schnittpunkte als an die gerade angetroffenen Verhältnisse. Auf dem ersten Teile dieses Weges kommt es darauf an, daß die Schiffe richtigen Passat erfassen, d. h. nicht zu nahe an dem Luftdruckmaximum und Stillengebiet zwischen den westlichen Winden und dem Südostpassat entlang gehen. Westlich von 100° W-Lg. gelangen die Schiffe unter dem Einflusse der um diese Jahreszeit sehr häufigen Passatstörungen im Nordwesten der Paumotu-Inseln oft in ein Gebiet von Mallungen oder gestörtem Passat, wo sie meistens nördliche Winde bei böigem Wetter haben, aber nicht selten dabei recht gut nach Westen vorwärts kommen. West-

lich von 150° W-Lg. pflegt der Passat dann wieder etwas regelmäßiger aufzutreten. Es kommt dann alles darauf an, die Breiten aufzusuchen, in denen er am stetigsten weht. Steigen des Barometers deutet an, daß man sich seiner Südgrenze und dem Stillengebiet dort zu sehr nähert, Fallen des Barometers deutet an, daß man sich der Gegend der Passatstörung im Norden zu sehr nähert. Über die um diese Zeit dort vorkommenden Orkane vgl. 8 b.

12 b. Reiseantritt von Mitte Februar bis Anfang September.

Südostpassat. Man suche den Strich frischesten Südostpassates auf, nehme den Weg um die Nordseite der Paumotu-Inseln, steuere im frischen Südostpassat nach Westen und wie wenn man von Britisch-Kolumbien käme um die Nordwestseite der Fidji-Inseln weiter (vgl. dazu unter 8 a). Die Entfernung auf dem Wege 12 b ist etwa 750 Sm größer als auf dem Wege 12 a.

12 c. Reiseantritt im September und vor Mitte Oktober.

Südostpassat. Wenn man Iquique in dieser Zeit verläßt, dürfte es am besten sein, um die Nordseite der Paumotu-Inseln zu gehen. Kann man die Fidji-Inseln dann noch im Oktober erreichen, so nehme man den Weg um deren Nordwestseite, vgl. oben unter 12 b und 8 a; ist die Jahreszeit aber schon so vorgeschritten, daß man die Fidji-Inseln erst im November erreichen würde, so steuere man um die Südseite der Tonga-Gruppe, halte sich aber zunächst noch ziemlich nördlich und biege erst von etwa 160° O-Lg. geradenwegs auf den Bestimmungshafen. Die Entfernung auf diesem Wege ist etwa 500 Sm größer als auf dem Wege 12 a, und die mittlere Reisedauer von 5 Schiffen betrug 75 Tage, 65 die kürzeste, 91 die längste.

13. Von Valparaiso nach Australien

schlage man dieselben Wege ein wie von Iquique, hüte sich aber zu früh so westlich zu steuern, daß man in das Stillengebiet auf der Ostseite des Stillen Ozeans gerät.

14. Von Guayaquil nach Australien

schlage man dieselben Wege ein wie von Iquique aus. Nähere Angaben über Wind-, Wetter- und Stromverhältnisse vgl. man im Segelhandbuch und Atlas für den Stillen Ozean.

Die Deutsche Seewarte.

Zur Ozeanographie der nordeuropäischen Meere im Anschluß an Nansens „Northern Waters“.

I.

Ehe Raould Amundsen seine für die Geographie so bedeutungsvolle Forschungsreise 1902—1906 nach dem magnetischen Nordpol und durch die Nordwestliche Durchfahrt antrat, unternahm er im Sommer 1901 vom 22. April bis 4. September eine Probefahrt auf seinem kleinen Polarschiff »Göa« in die nordeuropäischen Meere, um Erfahrungen mit seinem Schiff und über die auf der Expedition anzustellenden wissenschaftlichen Beobachtungen zu sammeln. Diese Vorexpedition führte ihn nach dem Vorschlage F. Nansens in die Barentssee und in das europäische Nordmeer, um in bestimmten Teilen dieser Meere genaue Temperatur- und Salzgehaltsbeobachtungen aus den verschiedenen Tiefen zu gewinnen und um über die Strömungen und die Herkunft der polaren Gewässer, besonders über den Ursprung des kalten schweren Bodenwassers in der Barentssee wie im Nordmeer Aufklärung zu erhalten.

Amundsen hat seine Aufgaben mit größter Sorgfalt zu lösen gesucht; seine Beobachtungen hat er nach seiner Rückkehr Nansen übergeben, der sie zusammen mit den von früheren Expeditionen her bekannten Beobachtungen in einer 1906 erschienenen Schrift[1]) bearbeitet hat. Nansen ist hierin zu so

[1]) Northern Waters by Fridtjof Nansen, Christiania 1906.

Digitized by Google

grundlegenden neuen Resultaten gekommen, daß es geboten erscheint, auf seine Arbeit näher einzugehen. Er kommt — das sei als wesentlichster Punkt zuerst hervorgehoben — bezüglich der Herkunft des kalten Bodenwassers zu andern Ansichten als O. Pettersson, der uns in seinen Abhandlungen über den Einfluß der Eisschmelze auf Strömungen[1]) höchst wertvolle, von Nansen zum Teil stark angegriffene Beiträge zur Ozeanographie in den arktischen Gegenden gegeben hat.

Vor der eigentlichen Bearbeitung des Materials geht Nansen auf die von Amundsen benutzten Thermometer und Wasserschöpfer und auf die Genauigkeit der damit erhaltenen Resultate ein. Er stellt an der Hand der Aichungen der Instrumente vor und nach der Reise fest, daß die Thermometer von Richter und die von Negretti-Zambra die Temperatur auf wenige Hundertstel Grad genau angegeben haben, und daß ferner der Chlorgehalt durch Titration auf 0.01 ‰ mit wenigen Ausnahmen gesichert erscheint, bei denen nachträgliche Verdunstung eingetreten sein kann, oder wo sich bei sehr niedriger Lufttemperatur nach dem Aufholen des Wasserschöpfers kurz vor und während des Abfüllens darin Eisnadeln gebildet haben, die das Wasser selbst konzentrierter gemacht, oder, falls Eisnadeln im Wasserschöpfer mit heraufgebracht sind, es durch ihr Schmelzen verdünnt haben; doch scheinen diese Fälle bei den Amundsenschen Proben kaum eingetreten zu sein. Der aus dem Chlorgehalt nach der Knudsenschen Tabelle berechnete Salzgehalt kann nach der neuesten Untersuchung mit dem arktischen Bodenwasser allerdings um 0.01 bis 0.03 ‰ zu niedrig erhalten sein, doch ist dieser Fehler, der sich ebenso auch auf die Dichte σ_t überträgt, zu klein, als daß er irgendwo eine entscheidende Bedeutung erlangen kann.

II.

Die Nansensche Arbeit ist mit einer großen Anzahl hydrologischer Schnitte und Karten versehen, die zum Teil allerdings fast unleserlich sind, wie Fig. 2, S. 26. Die Beobachtungen verschiedener anderer Schiffe sind mitverwertet.

Aus dem Verlauf der Isohalinen der gesamten Barentssee, die uns zunächst beschäftigen soll, ist deutlich eine zyklonale Bewegung des salzigeren, zum großen Teil aus dem Atlantischen Meer stammenden Oberflächenwassers zu erkennen, das der Rechtsablenkung durch die Erdrotation unterliegt; wahrscheinlich wirkt auch der Wind bei der Entstehung der zyklonalen Wasserbewegung in der Barentssee mit. Im zentralen Teil finden wir nur 33 ‰ Salzgehalt, im Westen über 35 ‰, im Süden 34.0 bis 34.9 ‰ und im Osten nach Nowaja Semlja zu etwa 34 ‰. Der Norden bleibt aus Mangel an Beobachtungen leider unsicher; doch scheint sich aus dem hohen Norden ein weniger salzreicher, polarer Wasserstrom in die Barentssee zu ergießen, der an der zyklonalen Bewegung teilnimmt.

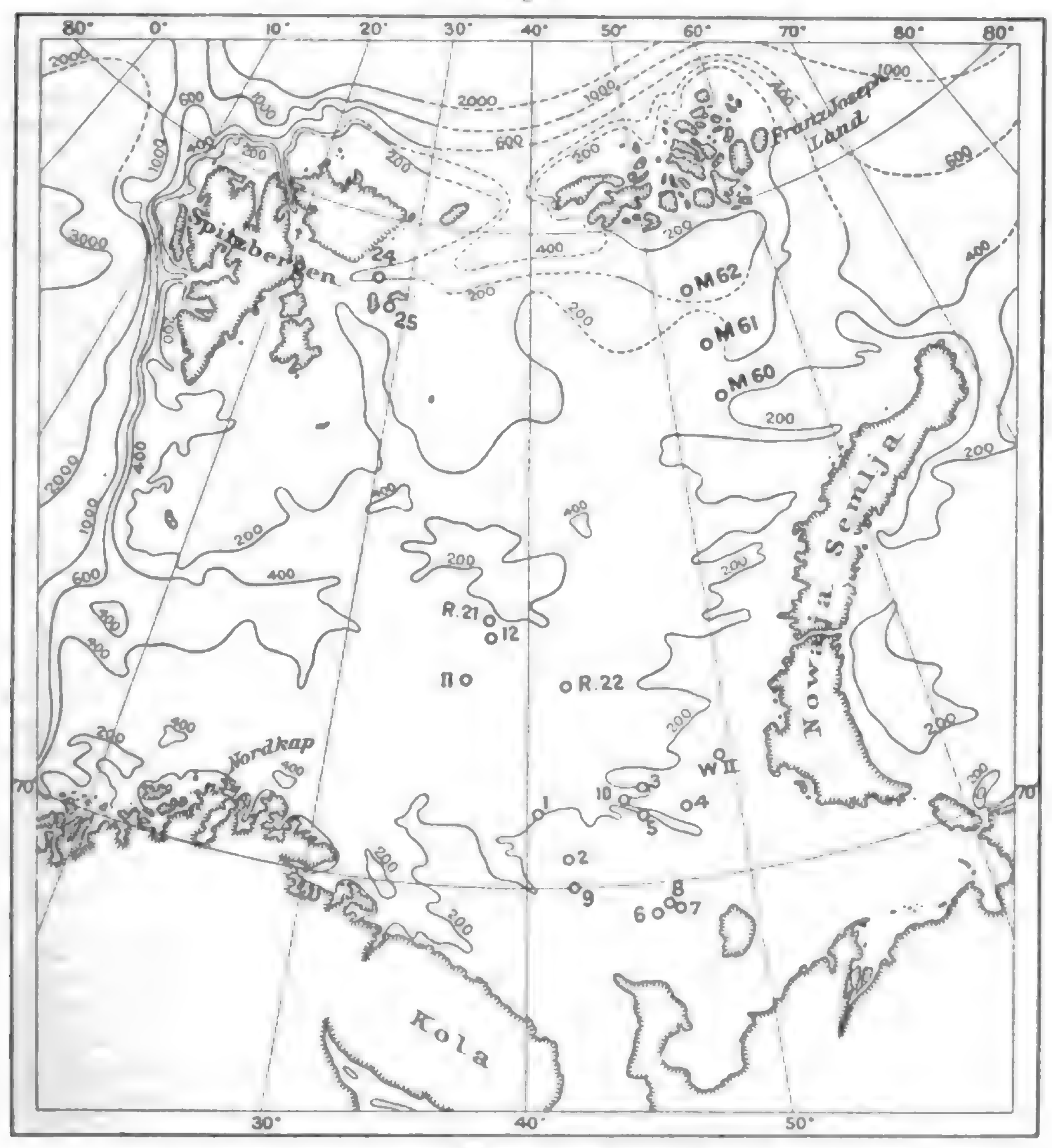
Isothermen der Oberfläche konnten von Nansen nicht gezogen werden, da die vorhandenen Temperaturmessungen nicht aus demselben Monat stammen. Es geht aber gerade aus den Temperaturbeobachtungen der verschiedenen Schiffe deutlich hervor, daß sich die Temperaturen an der Oberfläche dort mit der Jahreszeit und oft innerhalb weniger Tage überaus schnell ändern. Auch die Isohalinen der Oberfläche leiden hierunter, da das schmelzende Eis, sei es Fluß- oder Meereis, den Salzgehalt des Oberflächenwassers stark herabsetzen muß; dazu kommt die schnelle Verringerung des spezifischen Gewichts des Wassers durch Erwärmung in den Sommermonaten, während vorher im Winter und Frühjahr seine Dichte oft sogar größer geworden ist, als die des von Westen eindringenden atlantischen Wassers, so daß letzteres über das arktische Wasser hinströmen kann.

Die Untersuchungen Amundsens in der Barentssee, die durchweg in den Frühsommer fallen, früher als bisher von andern dort beobachtet, lassen vor allem zweierlei erkennen: Erstens, daß die jahreszeitlichen Unterschiede in der Barentssee überaus groß sind, wie z. B. aus dem Vergleich der

[1]) On the Influence of ice-melting upon oceanic circulation by Otto Pettersson, in the Geographical Journal Vol. XXIV, London 1904 S. 285 und Vol. XXX, 1907 S. 273.

Amundsenschen Beobachtungen mit denen von Knipowitsch,[1]) die aus späterer Jahreszeit stammen, hervorgeht; zweitens erhalten wir Aufklärung über die viel umstrittene Frage nach der Herkunft und Bildung des auffallend kalten und schweren Bodenwassers, das den Boden der Barentssee im Winter und im Sommer gleichmäßig überdeckt.

Fig. 1.



Barentssee

1 bis **12**, **24**, **25** Amundsens Stationen 1901; **R. 21**, **R. 22** Russische Stationen 1904; **W II** Wollebaek 1900; **M 60** bis **62** Makaroff 1901.

Die ältere Karte von Mohn[2]) gibt trotz der damals nicht so feinen Thermometer schon einen verhältnismäßig richtigen Überblick über die Verteilung der Temperatur, und die neueren Beobachtungen bestätigen dies, indem sie die charakteristische Abnahme der Bodentemperatur nach Osten, nach Nowaja Semlja hin, zeigen, wo mit $-1.6°$ und $35.0\,^0/_{00}$ und mit $-1.8°$ und $35.16\,^0/_{00}$ oder

[1]) N. Knipowitsch: Hydrologische Untersuchungen im Europäischen Eismeer, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905.

[2]) The Norwegian North Atlantic Expedition 1876—78, Christiania 1887. Pl. XXV.

$\sigma_t = 28.33$ bei W II, Fig. 1 überhaupt die größte Dichte ozeanischen Wassers gefunden ist.

Das kalte schwere Bodenwasser der mittleren und östlichen Barentssee haben wir nicht kalten Strömungen, d. h. nicht andern Gegenden, zu verdanken, sondern der Abkühlung an der Oberfläche selbst an Ort und Stelle: Im Spätsommer und Herbst ist infolge der — je näher der Oberfläche desto mehr — durchwärmten und verdünnten Wasserschichten der flachen Barentssee ein stabiler Zustand hinsichtlich der vertikalen Dichteverteilung eingetreten und somit jede Vertikalzirkulation ausgeschlossen. Im Winter kühlt sich dann das Wasser an der Oberfläche bei der starken Ausstrahlung in diesen Breiten schnell bis zu seinem Gefrierpunkt —1.8° und — 1.9° ab, das Oberflächenwasser wird schwerer, es sinkt in die Tiefe, während das wärmere und leichtere Wasser aus der Tiefe aufsteigt, so daß eine kräftige Vertikalzirkulation entwickelt wird. Die Dichte des Oberflächenwassers wird noch weiter vermehrt durch das Gefrieren des Seewassers selbst, worauf auch schon Knipowitsch bei Erklärung des kalten Bodenwassers hinweist. Es gefriert zunächst natürlich ein Teil des Oberflächenwassers; hierbei wird aber das meiste Salz ausgeschieden, das sofort von dem übrigen Teil des Oberflächenwassers aufgenommen wird und dessen Salzgehalt vergrößern muß. Dadurch wird fortwährend salzreiches, kaltes und schweres Wasser an der Oberfläche erzeugt, das, besonders bei nicht allzu großer Meerestiefe, schnell bis zum Boden sinkt.

Im Winter werden wir also kaltes schweres Bodenwasser, das im Herbst noch Oberflächenwasser war, zuerst auf den flacheren Bänken und an den Küstenstrichen antreffen, an denen es nicht durch Süßwasserzufuhr verdünnt wird. Von da breitet sich das kalte schwere Bodenwasser auf dem Boden entlang nach allen Seiten, auch nach den tieferen Becken, aus. Im Sommer bleibt es am Boden, wenigstens in allen größeren Tiefen, da die Vertikalzirkulation aufhört; denn an der Oberfläche wird das Wasser erwärmt und durch Schmelzwasser verdünnt; ein immer stabilerer Gleichgewichtszustand wird also in dieser Jahreszeit hergestellt. Lediglich die Diffusion und Wärmeleitung können eine langsame Erwärmung nach unten zu bewirken, die nur bei sehr geringen Tiefen, auf den flachen Bänken und an der Küste bis zum Boden reicht; also gerade da, von wo im Herbst die Abkühlung ausgegangen ist. In allen tieferen Meeresteilen bleibt das kalte schwere Wasser auch während des ganzen Sommers und Herbstes am Boden, und nur langsame lokale Bodenzirkulationen, die im speziellen durch das Relief des Meeresbodens bedingt sind, können vor sich gehen.

Von den flachen Rändern der Barentssee aber fließt das Bodenwasser nach der Mitte zu in die tieferen Gegenden langsam ab und wird dort mit in die wärmere atlantische Zyklonalströmung hineingezogen; an den Abhängen zu den Tiefen der zentralen Depression der Barentssee, wie Nansen das mittlere tiefere Becken nennt, scheint die atlantische Horizontalströmung am stärksten aufzutreten; denn wir finden hier hohe Bodentemperaturen, meist sogar über 0°. Es kann sich dann hier natürlich auch im Winter wegen der Horizontalströmung kein kaltes Sinkwasser bilden. Im zentralen Teil der Depression ist die Horizontalbewegung erklärlicherweise wieder geringer und wir finden dort auch in der Tat wieder weit niedrigere Bodentemperaturen.

Das kalte Bodenwasser der Barentssee hat also nach Nansen seinen Ursprung in der Vertikalzirkulation des Wassers im Winter, es wird nicht durch Meeresströmungen aus andern Gegenden herbeigeschafft.

Für unhaltbar hält Nansen die Theorie Edlunds, daß Eis am Boden dadurch entsteht, daß unterkühltes und herabsinkendes Wasser bei Berührung mit dem Boden erstarrt und das Bodenwasser abkühlt. Nordenskiöld wie Nansen haben zwar auch Eis am Boden gefunden, aber dies bildet sich nur an ganz flachen Stellen zwischen den Steinen am Boden; das Eis zerspringt im Sommer, löst sich vom Boden los und steigt zur Oberfläche auf, um da zu schmelzen.

Was speziell die südliche flache Barentssee betrifft, so ist die örtliche und zeitliche große Verschiedenheit der Wassertemperaturen und der verhältnis-

mäßig geringe Salzgehalt charakteristisch, besonders im Sommer, wenn die Flüsse ihr Süßwasser zuführen. Aus den Vertikalschnitten dieser Gegend geht hervor, daß wir im flacheren Süden noch im Mai eine ausgesprochene Vertikalzirkulation haben, da die Temperatur von oben bis unten sehr gleichmäßig ist, etwa —1.8° (Stat. 6), weiter im Norden aber, mehr in der Tiefsee, horizontale Zirkulation; es ist hier (Stat. 3) eine Schicht wärmeren Wassers zwischen kaltem Oberflächen- und Bodenwasser eingeschlossen. Das letztere kann aber nicht aus der flacheren südlicheren Gegend herstammen, da Flach- und Tiefsee durch einen warmen Horizontalstrom längs des Abhanges (Stat. 5) getrennt sind. Das kalte Bodenwasser muß also hier (Station 3) aus einer andern Gegend herstammen als aus dem Süden, nämlich aus dem Norden oder Osten, wahrscheinlich vom Nowaja Semlja-Schelf.

Aus der beigefügten Übersichtskarte, auf der die Amundsenschen Stationen verzeichnet sind, erkennen wir übrigens, daß sich zwischen Station 3 und 5 eine Rinne von mehr als 200 m Tiefe erstreckt, die den russischen Schelf und den von Nowaja Semlja trennt. In diese Rinne dringt offenbar ein Teil der erwähnten wärmeren Zyklonalströmung der Barentssee ein und erwärmt, stets nach rechts drängend, besonders die südliche Flanke, also Station 5. Station 3 und 4, nördlich und östlich dieser Rinne, werden weit weniger durch die Horizontalströmung beeinflußt und können ihr kaltes Bodenwasser direkt von den Bänken Nowaja Semljas empfangen.

Hier bei Nowaja Semlja finden wir das schwerste und kälteste Bodenwasser nicht nur der Barentssee, sondern überhaupt irgend eines mit den Ozeanen frei verbundenen Meeres, wie durch Breitfuß an der ganzen Küste entlang zwischen 73° und 76.5° N-Br. festgestellt ist. Besonders charakteristisch ist die Station W II von Wollabaek vom 31. Mai 1900.

Tiefe in m	Temperatur ° C.	Salzgehalt, bestimmt durch Titration	das Total-Immersions-Aräometer	σ_t
0	— 1.22	34.83	—	28.04
10	— 1.30	.85	34.84	.05
20	— 1.50	.86	.88	.09
30	— 1.52	.88	—	.09
50	— 1.52	.87	.88	.09
70	— 1.65	.88	.88	.10
100	— 1.65	.87	.88	.10
120	— 1.80	35.15	35.16	.33

Da dies kalte schwere Wasser nirgends in den angrenzenden Meeren gefunden ist, so ist damit auch bewiesen, daß es nicht anderswoher stammen kann, im besondern nicht aus dem Norden, wie vielfach angenommen ist. Es muß vielmehr an Ort und Stelle entstanden sein.

Die zentrale Depression der Barentssee ist, besonders im Süden und Osten von einem zyklonalen warmen Strom umgeben und im Innern wie mit einem Berg kalten schweren Wassers um die russische Station R 22 herum[1]) und nördlich davon angefüllt, dessen Ursprung, da kein Zusammenhang mit dem kalten Bodenwasser bei Nowaja Semlja besteht, im Zentrum der Depression selbst, also an Ort und Stelle, zu suchen ist. Das kalte Bodenwasser breitet sich von hier langsam nach den Seiten aus, um in dem wärmeren Zyklonalstrom sein Ende zu finden. Dieser wird sowohl hierdurch von innen als auch von außen durch das kältere Küsten- und Schelfwasser allmählich abgekühlt, so daß er bei seinem Vordringen nach Norden mehr und mehr an Ausdehnung und Wärme verliert. Im mittleren westlicheren Teil der Barentssee ist übrigens das Bodenrelief sehr mannigfaltig, und die Temperaturen sind in den Jahreszeiten und Jahren sehr verschieden. Auf der Station 12 finden wir z. B. im Juni 1901 eine Zwischenschicht von etwa 0° in 80 bis 120 m Tiefe, darüber und darunter sind

[1]) Knipowitsch, »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, Tafel 6 Fig. 2.

die Temperaturen —1.0° und —1.7°, während auf der fast an derselben Stelle gelegenen russischen Station, R 21, im August 1904 die Temperatur von der Oberfläche bis zum Boden von etwa 6° auf 0° ziemlich gleichmäßig abnahm; der jahreszeitliche Unterschied macht hier ungemein viel aus.

Interessant ist folgende Zusammenstellung über die Bodentemperatur in dieser mittleren Barentssee. Die Unterschiede der Temperatur sind in den einzelnen Jahren groß, die Temperaturunterschiede in den verschiedenen Monaten desselben Jahres aber auffallend klein. Die Salzgehaltsunterschiede waren stets nur sehr gering, sie schwankten zwischen 34.94 ‰ und 35.00 ‰.

Jahr.	Monat.	Bodentemperatur.
1899	Juli	—1.8° bis —1.9°
1900	Juli u. Sept.	—1.3° » —1.5°
1901	Juli u. August	—1.4° » —1.5°
1902	August	—1.3° » —1.4°
1903	Mai u. August	—1.8°
1904	Mai u. August	—1.7° bis —1.8°.

Das Studium der hydrographischen Verhältnisse der nordöstlichen Barentssee und ihrer Beziehungen zum Nordpolarbecken führt nun Nansen zu besonders wichtigen Ergebnissen. Zwar ist der Salzgehalt des Bodenwassers in beiden Meeresteilen gleich, aber die Temperatur im Nordpolarbecken ist in der Tiefe bedeutend, etwa 1°, höher als in der Barentssee. Aus diesen Tatsachen schließt Nansen auf die Unmöglichkeit, daß das Bodenwasser aus dem Polarbecken in die Barentssee einströmt. »Es ist nicht möglich, sagt er, daß solches Wasser während des Strömens unterhalb wärmeren Wassers kälter wird und daß das Bodenwasser des tieferen Polarbeckens aus mehr als 1000 m Tiefe zur flachen Barentssee hinauftransportiert wird.« Für solche Strömung käme überdies nur die teilweise sehr schmale und kaum 300 m tiefe Rinne in Betracht, welche sich zwischen Franz Josephs-Land und Nowaja Semlja befindet.

Aus den Knipowitschschen vortrefflichen Vertikalschnitten zwischen Nowaja Semlja und Franz Josephs-Land (bei M 60 bis M 62 und östlich davon) geht hervor, daß im Osten, im mittleren Teil und an der Nordseite der Rinne die Wassertemperatur in mehr als 200 m Tiefe über 0° beträgt, wie auch schon auf der »Fram«-Expedition beobachtet ist.

An der Südflanke der Rinne ist das Wasser um mehr als 1° kälter; es ist hier wahrscheinlich eine langsame Strömung nach Osten vorhanden, während an der Nordseite, an der Küste von Franz Josephs-Land, eine solche in umgekehrter Richtung vorzuherrschen scheint, die sich nach Westen zu durch Mischung etwas abkühlt und infolge des Flacherwerdens des Bodens in Rückströmungen zu verlaufen scheint. Eine warme Mittelschicht in dem westlichen Teil der Rinne ist scharf von dem kalten schweren Boden- und Küstenwasser Nowaja Semljas getrennt und wahrscheinlich als eine Abzweigung der Zyklonalströmung der mittleren Barentssee anzusehen. Die Temperatur des Bodenwassers zeigt längs der ganzen Rinne die charakteristische Zunahme nach dem Polarmeer hin, von —0.9° (in 53° O-Lg. und 78° N-Br.) bis über 0° (in 65° O-Lg. und 79° N-Br.).

In der nördlichen Barentssee hat Amundsen nur an den 2 Stationen 24 u. 25, welche sehr nahe am spitzbergischen Schelf liegen, beobachtet; sie können also kaum etwas aussagen über die Beziehungen der Tiefwasserschichten der Barentssee zu denen des Nordpolarbeckens. Bei einer Oberflächentemperatur von 1.3° und 1.7° (im August) und einem Oberflächensalzgehalt von 33.03 in Stat. 24, 33.69 in Stat. 25 fand sich auf Stat. 24 die niedrige Bodentemperatur —1.79° mit 34.61 ‰ in 150 m Tiefe, auf Stat. 25 die Bodentemperatur —1.35° mit 34.31 ‰ in 100 m Tiefe.

III.

Im zweiten Teil seiner Arbeit behandelt Nansen das europäische Nordmeer, den Teil des Atlantischen Ozeans, der zwischen Grönland, Island, Norwegen und Spitzbergen liegt. Früher war man allgemein der Ansicht, daß das fast

Digitized by Google

durch alle Tiefen gleichmäßig kalte und schwere Wasser nördlich von Jan Mayen, wo Amundsen seine Hauptbeobachtungen im Sommer 1901 angestellt hat, zwischen 73° bis 76° N-Br. und 4° O- bis 4° W-Lg., auf der Karte mit A bezeichnet, polaren Ursprungs sei. Doch wies Nansen in seiner »Oceanography of the North Polar-Basin« auf die Unhaltbarkeit dieser Annahme hin. Das kalte Bodenwasser des Nordmeeres entsteht, wie er nunmehr nach den Amundsenschen Beobachtungen für erwiesen erachtet, an Ort und Stelle im Winter, bei A, und zwar in der gleichen Weise, wie wir es von der Barentssee her kennen. Leider hat Amundsen keine Tiefenbeobachtungen in der Umgebung seiner Stationen gemacht; Nansen hat deshalb für seine Arbeit nur die Beobachtungen anderer Forscher, 12 an Zahl, und aus anderen Jahren nach mühsamer Sammlung und kritischer Sichtung des Materials zum Vergleich heranziehen können und danach 6 Karten der Isothermen und Isohalinen vom europäischen Nordmeer für die Oberfläche, für 50, 100, 200, 300 und 400 m Tiefe gezeichnet, um eine Übersicht über die horizontale Verteilung der Temperatur, des Salzgehalts und der Dichte für die Jahreszeit Juni bis August zu gewinnen.

Fig. 2.

Europäisches Nordmeer
A Amundsens Stationen 1901; M 302 bis 304 Mohn 1878; R IX, R X Ryder 1891.

Die Amundsenschen Stationen und von den übrigen nur die Mohnschen Stationen M 302 bis 304 der norwegischen Nordexpedition 1878 (s. Textfigur 2) zeigen deutlich andere Verhältnisse als die umliegenden Gegenden. Das kalte Bodenwasser findet sich in der Gegend der Amundsenschen Stationen bis nahe zur Oberfläche hinauf; die Isotherme von —1°, wie auch die Isopyknen von 28.00 und 28.10 senken sich von hier nach Westen, Süden und Osten steil in tiefere Schichten; nach Norden zu erscheinen die Verhältnisse nicht so einfach, da nach den älteren Beobachtungen von Ryder 1878, R IX und R X, dort drei Minima unter —1°: in 80 m, in 150 m und unterhalb 600 m vorhanden sind; leider haben wir keine neueren Beobachtungen daselbst. Für das zentrale Gebiet A ist dabei charakteristisch, daß es vollständig getrennt ist von dem kalten Küstenwasser bei Grönland, vom ostgrönländischen Strom, wie auch vom kalten Küstenwasser bei Jan Mayen und Island.

Bei A sieht Nansen allein den Entstehungsherd des kalten Bodenwassers des gesamten Nordmeers. Er sucht zu beweisen, daß dies kalte Wasser nicht vom Nordpolarstrom stammen kann, wie Pettersson meint, der hier bei A das Ende des östlichen Nordpolarstroms sieht. Nach Nansen dagegen besteht der Nordpolarstrom allein aus dem Ostgrönlandstrom. Dieser ist vor allem salzärmer als der atlantische, hat überhaupt nach Salzgehalt und Temperatur große Ähnlichkeit mit dem Wasser des Nordpolarbeckens und wird nicht, wie Pettersson anzunehmen scheint, in der Hauptsache durch geschmolzenes Grönlandeis gebildet, sondern kommt aus dem Nordpolarbecken und wird nach rechts, also nach der Küste von Grönland hin gelenkt, wo er allerdings auch grönländisches Küstenwasser in sich aufnimmt. Seinen geringen Salzgehalt hat er aber, ebenso wie das Polarwasser selbst, durch nichts anderes als die starke Zufuhr von Süßwasser im Polarmeer durch die sibirischen Flüsse.

Unterhalb des kalten salzarmen Ostgrönlandstroms befindet sich eine Schicht atlantischen Wassers mit höherer Temperatur, über 0°, und höherem Salzgehalt, über 34.9 $^0/_{00}$, und unter dieser wieder kaltes Wasser, bis zu —1.0° in mehr als 1000 m Tiefe mit dem gleichmäßigen Salzgehalt von 34.90 bis 34.92 $^0/_{00}$.

Digitized by Google

Die gleiche dreifache Wasserschichtung finden wir auch südlich der Amundsenschen Stationen von 72° bis 69° N-Br., in einzelnen Jahren (1891) noch südlicher in 69° bis 68° N-Br., wenn nämlich das Gebiet A sich weiter nach Süden erstreckt. Ferner sind diese charakteristischen Wasserschichten auch im Nordpolarbecken und im nördlichen Teil der Barentssee sowie in der Baffinsbai und in der Antarktis zu finden. Überall dort haben wir einen wärmeren Zwischenstrom, der sich aber dauernd nur halten kann, wenn er oben von einer kalten leichten Wasserschicht überdeckt ist, die ihn vor Abkühlung im Winter und damit vor Vertikalzirkulation schützt.

Amundsens Stationen zeigen diese Verhältnisse nicht, es fehlt das salzarme Oberwasser. Ein Hindernis für Vertikalzirkulation bis zum Boden ist also nicht vorhanden. Oben haben wir nun schon erwähnt, daß die Isopyknen von den Amundsenschen Stationen aus nach Westen, nach der Grönlandküste, sehr steil abfallen. Hieraus schließt Nansen, daß die warme mittlere und kalte obere Schicht nicht in Ruhe sein können, daß sie vielmehr in Bewegung sein müssen, und zwar beide von Nord nach Süd, da sie bei entgegengesetzter Strömungsrichtung infolge Rechtsablenkung durch die Erdrotation einen anderen Weg als dicht an der grönländischen Küste entlang nehmen müßten.

Der wärmere Strom kommt nach Nansen als ein Arm des Golfstroms etwa auf dem 77.° N-Br. aus Osten oder Südosten, strömt nach Westen und umkreist zyklonal die Amundsenschen Stationen; Pettersson dagegen ist der Ansicht, daß das nach der Küste Grönlands gelangende Golfstromwasser direkt nördlich und südlich von Jan Mayen nach Westen strömt. Er glaubt schon wegen des größeren Sauerstoffgehalts des unterhalb des Ostgrönlandstroms befindlichen Golfstromwassers diesem keinen so weiten Weg zuschreiben zu dürfen, wie ihn Amundsen in dem Zyklonalstrom annimmt.

Nansen leugnet das Vorhandensein der beiden Stromzweige nördlich und südlich von Jan Mayen nicht; er geht aber weiter als Pettersson und Meinardus, indem er annimmt, daß noch ein dritter Golfstromarm die Amundsenschen Stationen zyklonal umkreist. Die beiden Jan Mayenströme halten nach Pettersson den Weg nach Grönland während des größten Teils des Jahres durch Verhinderung der Eisbildung, bezw. durch Schmelzen offen. Nach Nansen dagegen hat ein warmer Strom in den polaren Gegenden, da er sich sofort unter das kalte leichte Oberflächenwasser schiebt, überhaupt keine Bedeutung sowohl für die Eisbildung wie für die Eisschmelze. Beides ist nur der direkten Einwirkung der Atmosphäre unterworfen und allein davon abhängig.

Im Winter scheint die Gegend der Amundsenschen Stationen trotz der starken Abkühlung an der Oberfläche größtenteils offen zu bleiben, da das atmosphärisch durch Ausstrahlung abgekühlte Wasser kein leichtes Polarwasser ist und daher nicht an der Oberfläche bleibt. Charakteristisch ist, daß die Walfischfänger in diese Gegend gehen, um die Wale zu fangen, die im Winter ihre bestimmten Plätze auf einer großen nicht sehr festen Eiszunge südlich dieser Gegend aufsuchen, um ihre Jungen vor den Eisbären möglichst zu bergen. Die Bildung der Eiszunge an dieser Stelle ist nicht so sehr den Wind- und Temperaturverhältnissen als vielmehr den Dichteunterschieden zwischen dem leichten Ostgrönlandwasser und dem schweren Wasser der Amundsenschen Gegend zuzuschreiben, die ein Abströmen des Wassers an der Oberfläche nach A hin hervorrufen; infolge Rechtsablenkung bekommt diese Strömung eine Tendenz nach Süd und das mitgeführte Eis wird südlich der Amundsenschen Stationen zusammengetrieben. Der Sinn dieser Strömung ist wieder zyklonal, was mit dem früher Gesagten übereinstimmt, ebenso wie auch in der Atmosphäre darüber im großen und ganzen dort Zyklonalströmung vorherrscht; denn über der offenen Amundsenschen Gegend muß es im allgemeinen wärmer sein und demnach ein geringerer Luftdruck herrschen als über den umliegenden, besonders westlich und südlich gelegenen geschlossenen Eis- und Schneefeldern.

Die Gegend der Amundsenschen Stationen soll nun der Ursprungsherd des kalten Bodenwassers des ganzen europäischen Nordmeers sein. Das Wasser

sinkt von der Oberfläche, wo es im Winter schließlich bis zum Gefrierpunkt —1.8° bis —1.9° abgekühlt werden kann, in die Tiefe. Durch die Berührung und Mischung mit den unteren Schichten, die jedenfalls nicht kälter sein können, sowie auch in geringem Maße durch die Druckzunahme mit der Tiefe wird es dabei etwas erwärmt. Als Bodentemperatur wurde von Amundsen auf seinen Stationen —1.3° im Mittel gefunden. Je tiefer außerdem das kalte schwere Sinkwasser kommt, um so weiter wird es sich auch nach allen Seiten hin ausbreiten und am Boden, vielleicht in Abhängigkeit vom Relief, in verschiedenen zyklonalen oder antizyklonalen Bewegungen seinen Weg sowohl unter das leichte kalte Wasser des Polarstroms als auch unter das wärmere Wasser des Golfstroms finden und somit allmählich den ganzen Boden des Nordmeers ausfüllen. Die Temperatur des Bodenwassers muß langsam durch die Erdwärme steigen, und zwar umsomehr, je weiter es sich von dem Entstehungsherd A entfernt. In der Tat ist dies der Fall, denn wir finden die niedrigste Bodentemperatur in der Amundsenschen Gegend selbst wie gesagt —1.3° in etwa 2000 m, während die Michael Sars-, die Ingolf- u. a. Expeditionen östlich und südlich davon nur —1.0° und —1.1° am Boden gefunden haben.

Das kalte Bodenwasser kann sich jedoch nicht über die Grönland-Island-Bank oder die Island-Färöer-Shetland-Bank ausbreiten, wie aus vielen Beobachtungen, schon seit Thompsons Messungen, bekannt ist. Damit ist aber auch zugegeben, daß keine größeren Mengen kalten Bodenwassers aus dem nordeuropäischen Bassin herausgeschafft werden. Nansen schließt nun hieraus wieder, daß die Erneuerung und also überhaupt die Bildung des Bodenwassers in dem Becken ein überaus langsamer Prozeß ist; die Menge des in der Gegend der Amundsenschen Stationen erzeugten kalten Bodenwassers ist gerade hinreichend, die beschriebene, sehr langsam gehende Zirkulation aufrecht zu erhalten.

IV.

Am Schluß seiner Arbeit geht Nansen auf das Polarbecken und im besonderen auf die Bodentemperatur daselbst ein.

Das Polarwasser im Polarbecken hat im Sommer in 50 bis 60 m Tiefe ein Temperaturminimum. Pettersson gab zuerst die auch von Nansen angenommene Erklärung hierfür, indem er das Entstehen dieses Minimums auf die Berührung des Wassers mit den großen Eisbergen, die bis zu jener Tiefe eintauchen, zurückführt, selbst da, wo solche Eisberge, die eine Temperatur bis —20° und —30° haben können, nicht häufig vorkommen. Die Eisberge schmelzen nur langsam und entziehen dabei bekanntlich eine große Wärmemenge ihrer Umgebung, die somit stark abgekühlt wird. Ein Sinken und eine Vertikalzirkulation kann aber, wie Nansen Pettersson gegenüber betont, nicht eintreten, da das abgekühlte Wasser gleichzeitig durch das Schmelzen des Eises sehr verdünnt wird, bis unter 33.80 ‰, und somit auf dem unteren wärmeren und salzreicheren Wasser schwimmen muß und daher nirgends unter solchem Polarwasser oder Polarstrom, in dem noch Eis schwimmt, kaltes Bodenwasser erzeugen kann.

Als Temperatur des Bodenwassers des Nordpolarbeckens ist von der Fram —0.8° bis —0.9° gemessen, und als sein Salzgehalt 35.1 ‰ festgestellt. Aus der großen Verschiedenheit dieses Bodenwassers mit dem des nordeuropäischen Meeres schließt Nansen, daß zwischen beiden Meeren keine offene Verbindung und ständige Zirkulation, besonders in den tieferen Schichten, bestehen kann. Dieser Schluß scheint jedoch nicht einwandfrei nach Nansens eigenen Voraussetzungen; das Bodenwasser könnte sich auf dem langen Wege von den Amundsenschen Stationen her von —1.3° auf —0.9° erwärmt haben, ebenso wie Nansen solche Erwärmung im Nordmeer selbst annimmt, wie wir vorher gesehen haben.

Das Bodenwasser des Nordpolarbeckens hat sich nach Nansen aus Wasser der wärmeren Mittelschicht gebildet, das an unbekannter Stelle im Polarmeer, vielleicht nördlich von Spitzbergen oder Nowaja Semlja, auf dem Schelf an die Oberfläche gelangt ist, sich hier stark abgekühlt hat, dann zu Boden gesunken ist und sich dort ausgebreitet hat. Das Bodenwasser kann nicht ursprüngliches polares Oberflächenwasser sein, da dies zu salzarm — 30 bis 32 ‰ — ist und

überdies von dem Bodenwasser durch eine 600 bis 700 m dicke, auffallend warme Schicht von über 0° getrennt ist. Eine zweite Erklärung des Ursprungs des Bodenwassers im Nordpolarbecken, die wir vorher schon angedeutet haben, wäre die, daß es aus den unteren Schichten des Nordmeers stammt und unterhalb der wärmeren Mittelschicht in das Eismeer eindringt. Doch setzt dies voraus, daß keine hohe Schwelle beide Meere trennt. Die Erhebung dürfte, wie leicht zu ersehen, nur bis zu der Höhe reichen, in der die Temperatur des Wassers des Nordmeers gerade —0.9° beträgt. Eine Erklärung für den hohen Salzgehalt des Bodenwassers im Nordpolarbecken — 35.1 $^0/_{00}$ — ist mit dieser Hypothese freilich auch nicht gegeben. Erst wenn die Unsicherheiten in all den Beobachtungen aus dem hohen Norden geklärt sein werden und auch das Bodenrelief, das stets bei diesen hydrologischen Betrachtungen eine wesentliche Rolle spielt, genauer bestimmt sein wird, dürften die noch offen gebliebenen Fragen und Meinungsverschiedenheiten endgültig entschieden werden. P. Perlewitz.

Orkan im Arabischen Meer vom 23. Oktober bis 3. November 1906.

(Hierzu Tafel 7.)

In der Zeit vom 23. Oktober bis 3. November 1906 durchzog ein Orkan das Arabische Meer, den Herr P. H. Gallé vom Königlich Niederländischen Meteorologischen Institut untersucht hat mit dem Ergebnis, daß zwar nicht der Ursprung, wohl aber die Richtung und Geschwindigkeit des Orkans ziemlich genau bestimmt werden konnten. Weitere Mitteilungen über diesen Orkan finden sich in »De Zee« Mai 1907 sowie in einem Bericht des Kommandanten des französischen Kreuzers »L'Alger« in »Annales hydrographiques« 1906, der auf der Ausreise in das Zentrum des Orkans gelangte.

Nach den »Cyclone Memoirs, Arabian Sea« lassen sich die Orkane des Arabischen Meeres in zwei Klassen einteilen: 1. Es bilden sich Orkane in der Gegend der Lakkadiven und Maladiven, ziehen in nördlicher oder nordnordwestlicher Richtung bis etwa zur Breite von Bombay, biegen dann mehr nach Westen und durchziehen den nördlichen Teil des Arabischen Meeres in etwa nordwestlicher Richtung. 2. Orkanwirbel, die den Golf von Bengalen nach Westen durchziehen, zerfallen bald nach ihrem Eintritt in die Halbinsel Vorderindien in ihren unteren Teilen, während die oberen Teile des Wirbels ihren Weg westwärts fortsetzen, und über dem Arabischen Meere angekommen, dort Orkane bilden. Dies kommt in den Monaten Oktober bis Dezember häufiger vor. Da aus der Zeit vom 18. bis 24. Oktober 1906 kein solches Eindringen eines Orkanwirbels in die Halbinsel Vorderindien von Osten her bekannt geworden ist, so muß der Orkan von 1906 entweder zur ersteren Klasse gehört haben oder sonst auf eine Weise zur Entwicklung gelangt sein, die sich unserer Kenntnis entzieht. Ein Orkan, der zu der zweiten Klasse gehörte, war der von 1888, bei dem im übrigen die Wetterlage eine merkwürdige Übereinstimmung mit dem Orkan von 1906 zeigte: Beide lassen sich annähernd an derselben Stelle zuerst feststellen, damals war die Störung schon am 31. Oktober bemerkbar, während erst am 6. November von einem Orkan wirklich gesprochen werden konnte. Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse beim Orkan von 1906, wie wir weiter unten sehen werden. Der Orkan von 1888 hatte aber eine nördlichere Richtung als der von 1906.

Der Orkan von Ende Oktober und Anfang November 1906 zeigte folgende Entwicklung: Am 15. Oktober lagerte eine sehr tiefe Depression, die sich in westlicher Richtung ausdehnte, über dem Golf von Bengalen; am 18. Oktober hatte sie sich bis ins Arabische Meer vorgeschoben und sich am 22. Oktober zu einem trogartigen Gebiet tiefen Druckes entwickelt, das etwa zwischen 12 bis 14° N-Br. von Vorderindien bis zum 60.° O-Lg. reichte.

An der Südwestküste von Vorderindien wehten bei erst leicht, dann dicht bewölktem Himmel südöstliche Winde; die meisten Beobachtungsstationen meldeten täglich Gewitter und Regenwetter.

In Indien war die Wetterlage normal, ausgenommen, daß vom 18. bis 31. Oktober in Südindien ungewöhnlich kaltes Wetter herrschte. Auch im Golf von Bengalen herrschte im allgemeinen normales Wetter, es wurde nur ein Orkan von mäßiger Stärke gemeldet, der sich in der Nähe der Andamanen am 21. Oktober entwickelte und am 30. Oktober zwischen Waltair und Gogalpur auf etwa 18° N-Br. und 84° O-Lg. verschwand.

Vom Arabischen Meer war während dieser Zeit das Beobachtungsmaterial nur spärlich eingegangen. Übereinstimmend wurden dicht bewölkter Himmel, Böen aus Nordwest bis Südwest, Gewitter, St. Elmsfeuer, schwere Regengüsse, Blitze, veränderliche Winde und ausnehmend scharfe Kimm gemeldet. Der Dampfer »Malacca« hatte auf der Fahrt von 11° N-Br., 70° O-Lg. nach 11° N-Br., 63° O-Lg. 40 Stunden lang andauernd schwere Regengüsse, der Dampfer »Koning Willem II« $15^1/_2$ Stunden schwere Regengüsse. Am 19. Oktober 8h V kann ein sich bildendes Wirbelzentrum auf 8° N-Br., 76° O-Lg., am 22. Oktober 8h V ein anderes auf 13° N-Br., 67° O-Lg. angenommen werden. Wie bekannt, können sich in einem solchen Störungsgebiet zu gleicher Zeit mehrere solcher Orkanwirbel an verschiedenen Orten bilden und wieder verschwinden, bis schließlich einer stark genug ist, sich zu halten und als richtiger Orkan seinen Weg zu machen.

Am 22. Oktober wurden die ersten Cirri in östlicher und ostnordöstlicher Peilung wahrgenommen auf $10^1/_2$° N-Br., 59° O-Lg. und $11^1/_2$° N-Br., 53° O-Lg. Die Anzeichen für das Vorhandensein eines Wirbelsturmes mehrten sich; am 23. Oktober geriet der deutsche Dampfer »Gneisenau« auf 9° N-Br. und 69° O-Lg. in schlechtes Wetter und rauhe See. Auf den Beobachtungsstationen der indischen Küste wiesen die Anzeichen noch nicht klar auf einen Orkan hin; zwar meldete die indische Wetterwarte an mehreren Tagen Störungen, aber ohne Einzelheiten über deren Stärke geben zu können.

Um zu zeigen, welche Wetterlage die einzelnen Schiffe antrafen, die das Orkangebiet zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Richtungen passierten und wie sich je nach ihrer Richtung und Entfernung vom Zentrum die Orkananzeichen bemerkbar machten (s. Tafel 7), lassen wir einige Auszüge aus den Journalen von beteiligten Schiffen folgen:

Dampfer »Koning Willem III« traf am 18. Oktober zwischen 9° 3′ N-Br., 68° 4′ O-Lg. und 8° 34′ N-Br., 70° 48′ O-Lg. umlaufende Winde von West nach Nordost bei einem mittleren Barometerstande von 759.8 mm, nur 0.2 mm unter normal. Man beobachtet eine Wasserhose. Im Journal sind eingetragen: drohende regnerische Luft, abends ringsum Wetterleuchten, $^1/_2$ Stunde lang Platzregen, nördliche Dünung, Bewölkung 7. Am 19. Oktober zwischen 8° 34′ N-Br., 70° 48′ O-Lg. und 7° 25′ N-Br., 76° 6.5′ O-Lg. umlaufende Winde von Nord über Ost und Südost nach Südwest, Stärke 1 bis 3; Wetterleuchten und Blitze im Norden, böige Luft, 2 Stunden lang Regen, $1^1/_2$ Stunden Platzregen, südliche Dünung, Bewölkung 7. Am 19. Oktober schönes Wetter.

Dampfer »Koning Willem II« schreibt auf der Heimreise zwischen 8° 19′ N-Br., 70° 9′ O-Lg. und 9° 9′ N-Br., 66° 31′ O-Lg. am 20. Oktober in sein Journal: leichte veränderliche Winde von West bis Nordnordost, Stärke 3 bis 4, mittlerer Barometerstand 760 mm, 1.5 mm unter normal; böige Luft, $1^3/_4$ Stunden lang Regen, 1 Stunde Platzregen, durcheinanderlaufende Dünung, Bewölkung 8.5. Am 21. Oktober zwischen 9° 9′ N-Br., 66° 31′ O-Lg. und 10° 16′ N-Br., 60° 51′ O-Lg. andauernd veränderlicher, von Nordwest auf West drehender Wind, Stärke 2 bis 5, dicke Luft, 12 Stunden lang Regen, davon 3 Stunden Platzregen, mittlerer Barometerstand 759.6, 0.7 mm unter normal, starkes Wetterleuchten zwischen Nord und Nordwest, St. Elmsfeuer, durcheinanderlaufende mäßig hohe Dünung, Bewölkung 10. Am 22. Oktober zwischen 10° 16′ N-Br., 60° 51′ O-Lg. und 11° 12′ N-Br., 55° 14′ O-Lg. dreht der Wind von West über Nordwest bis Nord, Stärke 2, mittlerer Barometerstand 0.6 mm über normal, abklarende Luft, von 8h V ab am 23. schönes Wetter.

Aus den obigen Beobachtungen ergibt sich, daß die beiden Schiffe am Südrande einer großen Depression entlang steuerten und daß dieses Gebiet sich am 21. und 22. Oktober von 70° bis 60° O-Lg. auf etwa 10° N-Br. ausdehnte. Der Orkan hatte sich wahrscheinlich noch nicht gebildet.

Dampfer »Kediri« hatte auf der Ausreise am 23. Oktober zwischen 11° N-Br., 56° O-Lg. und 10° 30′ N-Br., 59° 19′ O-Lg. bei schönem Wetter nordöstliche bis nordnordwestliche Winde, Stärke 1 bis 3, mittlerer Barometerstand 762.1 mm, 1.5 mm über normal, Bewölkung 4. Am 24. Oktober zwischen 10° 30′ N-Br., 59° 19′ O-Lg. und 9° 27′ N-Br., 63° 24′ O-Lg. Wind krimpend von Nordnordwest bis Westnordwest, Stärke 1 bis 5, bewölkte böige Luft, mittlerer Barometerstand 760.5 mm, 0.1 mm über normal, Barometer fallend, See und Dünung zunehmend, Bewölkung 7. Am 25. Oktober zwischen 9° 27′ N-Br., 63° 24′ O-Lg. und 8° 48′ N-Br., 67° O-Lg. Wind weiter krimpend von Westnordwest bis Südwest, Stärke 5 bis 7, mittlerer Barometerstand 757.6 mm, 2.6 mm unter normal, bewölkte böige Luft, 5 Stunden lang Regen, 1 Stunde Platzregen, See und Dünung mehr und mehr anwachsend, Bewölkung 8. Im folgenden Etmal hat der Dampfer gutes Wetter, Barometer nur 0.4 mm unter normal.

Seit dem Durchfahren dieses Gebietes durch den »Koning Willem II« war das Barometer um 3 mm gefallen. Da der tägliche Gang des Barometers auf »Kediri« am Vormittag des 25. Oktober gestört erschien, kann angenommen werden, daß sich der Orkan jetzt bereits gebildet hatte.

Dampfer »Goentoer« traf auf der Heimreise am 26. Oktober zwischen 8° 34′ N-Br., 70° 22′ O-Lg. und 8° 56′ N-Br., 67° 53′ O-Lg. zunehmenden nach Südwest krimpenden Wind bei heller Luft und schnellem Zuge der Wolken, Barometer fiel langsam, mittlerer Stand 758.3 mm, 1.6 mm unter normal, See und Dünung anwachsend, Bewölkung 5. Am 27. Oktober zwischen 8° 56′ N-Br., 67° 53′ O-Lg. und 9° 44′ N-Br., 63° 24′ O-Lg. auffrischenden Wind aus Südsüdwest, Stärke 4 bis 6, böige Luft, mittlerer Barometerstand 757.8 mm, 2.4 mm unter normal, 1 Stunde Regen, See und Dünung anwachsend, Dünung aus West, Bewölkung 6. Am 28. Oktober zwischen 9° 44′ N-Br., 63° 24′ O-Lg. und 10° 45′ N-Br., 59° 19′ O-Lg. stürmischer Südsüdwestwind, Stärke 6 bis 9, böige Luft, mittlerer Barometerstand 754.8 mm, 4 mm unter normal, 1 Stunde Regen, davon 40^{min} Platzregen, hohe See aus Südsüdwest, südwestliche Dünung, Bewölkung 8.5. Am 29. Oktober von 10° 45′ N-Br., 59° 19′ O-Lg. nach 12° 57′ N-Br., 55° 17′ O-Lg. abflauender, durch West auf Nord drehender Wind, gegen Mitternacht abklarende Luft bei einem mittleren Barometerstande von 753.6, also 6.9 mm unter normal, $16^1/_2$ Stunden lang Platzregen, Wetterleuchten und Donner, abnehmende See und Dünung, Bewölkung 9. Am 30. Oktober von 12° 57′ N-Br., 55° 17′ O-Lg. nach 12° 52′ N-Br., 51° 9′ O-Lg. Wind aus Nord und Nordost weiter abflauend von Stärke 5 auf 2, im ganzen 3 Stunden lang Regenböen, Seegang und Dünung weiter abnehmend bis NNO 1, Bewölkung 6, mittlerer Barometerstand 758.1 mm, also noch 2.5 mm unter normal.

Dampfer »Lawoe«, der auf der Ausreise am Mittag des 25. Oktober auf 11° 20′ N-Br., 55° 12′ O-Lg. stand und bis zum Beginn des folgenden Tages nach 10° 30′ N-Br. und 57° 26′ O-Lg. versegelte, notierte zuerst Windstille, dann langsam auffrischenden, durch Nordost bis Nordnordwest krimpenden Wind bei langsam fallendem Barometer. Gemittelter Barometerstand 761.1 mm, also 0.5 mm über normal, zunehmende Bewölkung, böige Luft, Bewölkung 6. Am 26. Oktober von 10° 50′ N-Br., 57° 26′ O-Lg. nach 9° 44′ N-Br., 61° 48′ O-Lg. der Wind drehte bis Westsüdwest, bis zur Sturmstärke auffrischend, bei dicker Luft und einem mittleren Barometerstande von 758.0 mm, also 2.7 mm unter normal; $9^3/_4$ Stunden lang heftiger Regen, von 8 bis 12^h abends Platzregen, See und Dünung zunehmend, Bewölkung 10. Am 27. Oktober von 9° 44′ N-Br., 61° 48′ O-Lg. nach 8° 44′ N-Br., 66° 5′ O-Lg. abflauenden bis Südsüdwest krimpenden Wind, $4^1/_2$ Stunden lang heftiger Regen, abnehmende See und Dünung, Wetter aufklarend, Bewölkung 7. Mittlerer Barometerstand 760.3 mm, also 0.1 mm über normal.

Dampfer »Solo« auf der Heimreise von Padang traf nördlich vom Äquator, der in 95° 31′ O-Lg. geschnitten wurde, steife Westsüdwest- bis Westnordwestwinde, Stärke 5 bis 7, zeitweise heftige Böen und Platzregen, hohe durcheinanderlaufende See und Dünung. Bis nach Minikoi verschlechterte sich das Wetter von Tag zu Tag, stets stürmische westliche Winde bei ungewöhnlich niedrigem Barometerstande. Nachdem am 25. Oktober Minikoi passiert war, drehte der Wind

Digitized by Google

südlicher, zuerst abflauend, später wieder bis zur Sturmstärke auffrischend mit schweren Regenböen. Das Barometer behielt seinen niedrigen Stand. Am 30. Oktober mittags war das gegißte Besteck 12° 40′ N-Br., 58° 40′ O-Lg., der Wind wehte aus Südost mit Stärke 7, Barometer 750.6, Kurs WNW$^1/_2$W. Zwischen 1ʰ und 1ʰ 30ᵐⁱⁿ N fiel das Barometer bis auf 746.6 mm, Wind aus Südost, Stärke 10, schwere Böen mit Platzregen, wilde hohe See aus Südost und westliche Dünung. Der Dampfer drehte auf Südostkurs bei und hatte bald Steigen des Barometers und südlicher holenden abflauenden Wind, es setzten aber noch fortgesetzt schwere Böen ein, die See blieb hoch und wild. Um 8ʰ N wurde der Dampfer wieder auf Westkurs gelegt, da man annahm, daß sich das Zentrum nach Nordwest fortbewegte. Doch bald fiel das Barometer wieder, der Wind drehte wieder auf Südost zurück, die Böen setzten mit größerer Gewalt ein als zuvor. Von 2ʰ bis 4ʰ V am 31. flaute der Wind etwas ab, von Stärke 9 auf 7; von 4ʰ V ab steuerte man Westnordwest, der Wind drehte weiter nach links, um 8ʰ wehte er aus Ost mit Stärke 10, Barometer 750.1 mm. Um 8ʰ V am 31. wurde der Dampfer auf südöstlichem Kurse wieder beigelegt. Von 8ʰ ab wehte voller Orkan mit Stärke 12 beständig aus Osten, dicke Luft, anhaltend schwerer Platzregen, so daß man von der Kommandobrücke weder Vor- noch Achterschiff sehen konnte, wilde kochende See aus Ost mit westlicher und südwestlicher Dünung sich kreuzend; schwere Seen brachen über das Schiff. Um 10ʰ V schießt der Wind bis SOzS aus, immer mit Stärke 12, das Barometer stieg von 10ʰ bis 12ʰ von 748.6 auf 750.0 mm. Bis 4ʰ N lag man ungefähr SOzS an, Wind um 4ʰ Südsüdost, Stärke 11, Barometer 752.3 mm. Von 4ʰ N bis 12ʰ nachts wird im Mittel ungefähr SzO angelegen, Wind um 12ʰ Südsüdost, Stärke 6 bis 7, Barometer 757.2 mm. Auf der Mittelwache am 1. November wurde Nordwestkurs aufgenommen, das Barometer stieg langsam, der Wind flaute ab. Aber gegen Mittag drehte der Wind auffrischend wieder auf Ost, das Barometer stand um 11ʰ auf 757.9 mm und fiel von da ab schnell; um 4ʰ N Wind wieder Stärke 9 aus Ost, Barometer war bis 754.0 mm gefallen; es wurde zum dritten Male beigedreht bis abends 11ʰ. Zu der Zeit war das Barometer bis 758.1 mm gestiegen, Wind aus OzS bis Stärke 6 abgeflaut. Auf Westkurs wurden während des 2. November noch steife östliche, abends nordöstliche Winde angetroffen, Stärke 6 bis 8, hohe See aus Nordost und Dünung aus Südost, Wetter böig. Am 3. November nahmen Wind und See ab.

Zu bemerken ist, daß die Positionen dieses Schiffes während der Orkanperiode nur sehr angenäherte sind.

Der französische Kreuzer »L'Alger« hatte auf der Reise von Djibouti nach Colombo am 26. Oktober im Golf von Aden schönes Wetter und glatte See, das Barometer zeigte seine regelmäßigen täglichen Schwankungen bei einem mittleren Stande von 761 mm.

Am Nachmittag des 27. Oktober wurden die ersten Anzeichen einer atmosphärischen Störung wahrgenommen: Zuerst kam eine durcheinanderlaufende östliche Dünung auf, die mit dem herrschenden schönen Wetter nicht in Übereinstimmung zu bringen war, dann, als wichtigstes Merkmal, verlor gegen Abend das Barometer fast ganz seine tägliche Periode. Der Mond hatte einen Hof.

Am 28. Oktober waren die Anzeichen eines nahenden Orkans schon ausgeprägter. Die östliche Dünung wurde stärker und stärker, der Himmel bezog sich mit einem Schleier weißlicher Cirruswolken, die sinkende Sonne färbte die Wolken ziegelrot mit violetten Streifen, die allmählich größer wurden und zuletzt fast nur noch allein sichtbar waren. Um 9ʰ 30ᵐⁱⁿ N wurde wieder ein Hof um den Mond beobachtet. Das Barometer fiel von 6ʰ N den 28. bis 2ʰ V den 29. von 759 auf 754 mm. Es waltete jetzt kaum noch ein Zweifel mehr ob, daß man sich vor einem Orkan befand und, da der Wind stetig aus NNW blies, daß das Schiff sich auf das Zentrum zu bewegte.

Da sich die Insel Sokótra nur etwa 20 Sm an St-B. befand, so war an ein Ausweichen nach Süden gemäß den Regeln nicht zu denken. Es wurde daher beschlossen, weiter Kurs zu steuern, umsomehr, als die geringe Windstärke von höchstens 4 bis 5 auf einen Orkan von geringer Stärke hoffen ließ. Das Schiff

Digitized by Google

stampfte aber schon so stark, daß die Fahrt gemindert werden mußte. An Bord wurden alle Vorbereitungen zum Abreiten des Orkans getroffen.

Nach Mitternacht am 28. frischte der Nordwestwind in den Böen bis zur Stärke 7 bis 8 auf, während er zwischen den Böen wieder bis auf Stärke 4 bis 5 abflaute. Die Böen waren von schweren Regengüssen begleitet. Blitze zuckten in verschiedenen Richtungen.

Von 4ʰ V am 29. bis 8ʰ V zeigte das Barometer eine steigende Tendenz. Dann fiel es schneller wie zuvor, und zwar bis 12ʰ mittags bis auf 749 mm, also 5 mm in 4 Stunden. Der Wind hatte fühlbar an Stärke zugenommen, blies aber immer noch aus nordwestlicher Richtung. Um 12ʰ 30ᵐⁱⁿ drehte der Wind allmählich über West auf Westsüdwest und flaute ab; es regnete stark, Blitze und Donner folgten in immer kürzeren Zwischenräumen, besonders im Nordosten. Im Nordosten klarte der Himmel etwas auf, über dem Schiffsort blieb er bedeckt. Die Seen kamen schon vor dem Umspringen des Windes aus anderer Richtung; das Schiff rollte und stampfte schwer. Das Barometer blieb von 12ʰ bis 3ʰ unverändert. Wahrscheinlich befand sich das Schiff, wenn nicht im Zentrum, denn doch in nächster Nähe des Zentrums des Orkans, was sich auch aus dem massenhaften Niederfallen von Vögeln und Insekten auf das Schiff schließen ließ.

Um 3ʰ N sah man im Südosten eine Bö von sehr drohendem Aussehen heraufziehen; 30ᵐⁱⁿ später erreichte diese das Schiff, und zu gleicher Zeit setzte ein Orkan aus Südwest ein, der eine enorme See aufwühlte. Der Wechsel von flauer Brise zum vollen Orkan vollzog sich mit einer Geschwindigkeit, die aller Beschreibung spottet. Das Schiff schlingerte etwa 27° bis 29° nach jeder Seite, die ganze Schwingung dauerte kaum 5ˢᵉᵏ. Der Kreuzer wurde jetzt auf B-B.-Bug beigelegt und dampfte, etwa 4 Strich am Winde liegend, mit beiden Maschinen gegen die See an. Auf diese Weise war das Arbeiten des Schiffes erträglich, auch kamen wenig Sturzseen über.

Der Sturm wehte mit Orkanstärke bis 11ʰ N am 29., dann flaute er ab, ohne seine südwestliche Richtung zu verlieren, frischte aber während der ganzen folgenden Nacht in schweren Böen immer wieder bis zur Orkanstärke auf. Nach dem milden Charakter den die Vorderseite des Orkans und auch das Zentrum gezeigt hatten, wurde diese Wetterlage gar nicht erwartet. Dabei war das Barometer in beständigem Steigen begriffen. Um 4ʰ N am 29. stand es 749 mm, um Mitternacht 758 mm, dann blieb es stetig bis etwa 6ʰ morgens am 30.

Bei Tagesanbruch am 30. ließ der Orkan nach, das Barometer begann wieder zu steigen. Die Böen, obgleich immer noch von großer Heftigkeit, folgten in immer größeren Zwischenräumen und büßten allmählich an Stärke ein. Der Seegang blieb aber immer noch derartig schwer, daß ein Versuch, den Kreuzer wieder auf den Kurs zu legen, mißglückte. Man mußte beiliegen bis 12ʰ mittags am 30. Das Barometer stand dann auf 762 mm. Der Wind drehte über Süd auf Südost und dann auf Ostsüdost. Die südwestliche Dünung begleitete das Schiff bis nach Colombo.

Für die Zeit vom 18. Oktober bis 3. November hat Herr P. H. Gallé vom Königlich Niederländischen Meteorologischen Institut nach den meteorologischen Tagebüchern der beteiligten Schiffe mit Ausnahme des Kreuzers »L'Alger« und den Beobachtungen der indischen Küstenstationen tägliche synoptische Kärtchen entworfen, aus denen sich die Bahn vom 23. Oktober bis 3. November feststellen läßt (s. Tafel 7). Danach durchzog der Orkan das Arabische Meer in nahezu westlicher Richtung, bis zum 30. Oktober nahm er an Stärke zu, am 1. November hatte er seinen Höhepunkt überschritten, am 2. November nahm er nochmals an Stärke zu, um sich am 3. November zwischen 8ʰ V und 8ʰ N vor dem Golf von Aden aufzulösen. Der Dampfer »Sindoro«, der am 4. und 5. November den Golf von Aden zwischen Perim und Kap Guardafui durchkreuzte, fand keine Spur eines Orkans, sondern schönes Wetter und leichte östliche Winde bei einem Barometerstande etwas über dem normalen Wert.

Bemerkenswert an dieser Orkanbahn ist die sehr wechselnde und verhältnismäßig geringe Geschwindigkeit, im Mittel nur etwa 4 Sm pro Stunde, vom 28. bis 29. nur etwa $1\frac{1}{2}$ Sm pro Stunde, das Ausbiegen nach Süden vom 29. bis

30. und das Zurückwandern in die alte Richtung vom 30. bis 31. Oktober. Ferner ist bemerkenswert das verhältnismäßig schwache Einströmen des Windes an der Vorderseite des Orkans und der verhältnismäßig hohe Barometerstand im Zentrum (s. Berichte des Kreuzers »L'Alger« und Dampfers »Goentoer«).

Die Barometerangaben in den synoptischen Kärtchen sind auf 0° C. reduziert und für Schwere verbessert; Windstärken nach der Beaufortschen Skala.

Außer dem französischen Kreuzer »L'Alger«, der sich durch an der Vorderseite des Orkans angetroffene verhältnismäßig schwache Winde verleiten ließ, seinen Kurs durchzusteuern, trotzdem er wußte, daß ihn dieser auf das Orkanzentrum zuführte, gelangten nur drei Schiffe in solche Nähe zum Zentrum, daß sie gezwungen wurden, von ihrem Kurse abzuweichen. Davon waren zwei auf der Heimreise begriffen, eins auf der Ausreise. Von den drei Dampfern, die in die Nähe des Zentrums gelangten, versuchte einer das Zentrum nördlich zu passieren und den Kurs nördlich von Sokotra zu setzen; das Wetter wurde aber zu schlecht, deshalb legte man den Dampfer mit langsamer Fahrt auf südlichen Kurs und bekam bald steigendes Barometer und abflauenden Wind, so daß Kurs auf Kap Guardafui aufgenommen werden konnte. Der zweite Dampfer gelangte in den Orkan, als dieser am letzten Tage vor dem Golf von Aden nochmals an Stärke zunahm; der Dampfer hatte nördliche Winde und wurde auf nördlichem Kurse beigelegt.[1])

Am schlechtesten erging es dem dritten, dem niederländischen Dampfer »Solo«, dessen Reise im Maiheft 1907 der Zeitschrift »De Zee« durch Herrn P. H. Gallé vom Meteorologischen Institut einer eingehenden Besprechung unterzogen wird, der wir folgendes entnehmen: Der Dampfer »Solo« war auf der Heimreise dem Orkan von hinten aufgedampft, hatte den hinteren Teil des Orkanfeldes mit westnordwestlichem Kurse geschnitten, war am 30. Oktober in gefährliche Nähe des Zentrums gelangt und mußte bei schwerem Südoststurm auf etwa SzO-Kurs beigelegt werden. Dazu wird im Journal die Bemerkung gemacht: »um den Orkan hinter sich vorüberziehen zu lassen«. Man war also der Meinung, daß der Orkan, dessen Zentrum ganz richtig in SWzW angenommen wurde, sich nach Nordwesten fortbewegte, was ja auch sehr gut hätte der Fall sein können. Während des Beiliegens raumte der Wind bis auf Süd, das Barometer stieg, und man legte um 8h N den Dampfer auf westlichen Kurs, mit dem man wahrscheinlich glaubte, an der Südseite des Zentrums vorbeizukommen. In Wirklichkeit befand man sich aber schon an der Nordseite der Orkanbahn, hätte also besser getan, einen südlichen Kurs beizubehalten, um dann, wenn das Wetter handlicher geworden wäre, Kap Guardafui von Süden aus anzusteuern. Mit westlichem Kurse hatte man die größte Aussicht, wieder von hinten in den Orkan hineinzulaufen. Und so geschah es auch. Schon nach einstündigem Dampfen krimpte der Wind wieder, und das Barometer fiel von neuem. Um 8h V am 31. Oktober wehte der Wind mit Stärke 10 bei einem Barometerstande von 750.1 mm, und man war von neuem gezwungen beizudrehen. Es wehte beständig voller Orkan, Stärke 12, aus Ost, wahrscheinlich weil Wind und See das Schiff mit derselben Geschwindigkeit vorwärts trieben, wie sich das Zentrum vorwärts bewegte, so daß es Richtung und Abstand vom Zentrum nicht änderte; um 10h V schien das Zentrum einen Vorsprung gewonnen zu haben, denn der Wind drehte mit Stärke 12 auf SOzS, das Barometer stieg von 10h bis 12h von 748.6 auf 750.0 mm. Um 4h N war der Wind SSO, Stärke 11, Barometer 752.3 mm. Alles deutet darauf hin, daß sich der Dampfer von 8h V bis 2h N in nächster Nähe des Zentrums befunden hat. Nachdem bis 12h nachts am 31. das Barometer bis auf 757.2 mm gestiegen war und der Wind bis auf SSW 6 bis 7 abgeflaut hatte, legte man den Dampfer auf Nordwestkurs, auf dem man sich zum dritten Male dem Zentrum näherte und um 4h N am 1. November, als das Barometer auf 754.0 mm stand, genötigt war, bei Sturm aus Osten, Stärke 9, zum dritten Male auf südöstlichem Kurse beizudrehen. Als um 11h N das Barometer bis 758.1 mm gestiegen war und der Wind aus OzS nur noch mit Stärke 6

[1]) Die Stellungen dieser beiden Dampfer sind nicht in der Tafel verzeichnet.

Digitized by Google

wehte, wurde Kurs recht nach Westen aufgenommen und wahrscheinlich zwischen 3^h und 4^h N am 2. November vor dem Zentrum vorbei gedampft, da man dann Winde antraf, die zur Westseite des Orkanfeldes gehörten.

Alle andern Schiffe schnitten das Orkanfeld in größerer Entfernung vom Zentrum an, hatten einige Wachen stürmisches Wetter, wobei alle Anzeichen eines vorhandenen Orkans beobachtet wurden (s. Journalauszüge) und liefen bald wieder aus dem Orkan heraus (s. Tafel 7).

Auch in dem vorliegenden Falle wurde die zweimal tägliche Schwankung des Barometers von etwa 2 mm in jener Gegend gestört, was überhaupt als Warnung vor der Nähe einer atmosphärischen Störung gelten kann. Die folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung, auf welche ungefähre Entfernung vom Zentrum diese täglichen Luftdruckwellen auf den beteiligten Schiffen während der verschiedenen Orkanphasen gestört erschienen bzw. ganz verschwanden:

Datum	Entfernung vom Zentrum	Datum	Entfernung vom Zentrum
Oktober 22.	60 Sm	Oktober 28.	23 Sm
« 25.	45 « 75 «	« 29.	30 « 45 «
« 26.	45 « 60 «	« 30.	23 « 30 «
« 27.	30 « 90 «	Novemb. 1.	45 «

Ein gutes Mittel, Unregelmäßigkeiten des Luftdruckes in den Tropen frühzeitig festzustellen, besteht darin, daß man die augenblickliche Ablesung mit der vor 24 und 48 Stunden vergleicht; man ersieht daraus, indem man den Einfluß der täglichen Luftwellen ausscheidet, wie der wirkliche Luftdruck sich geändert hat. Eine Befolgung dieser Regel hätte vielleicht den Dampfer »Solo« zeitig genug darauf aufmerksam gemacht, daß er einem Orkan von achtern aufdampfte. Dort waren nämlich die Barometerstände:

Oktober	26.	27.	28.	29.	30.
12^h nachts	760.0	759.5	759.0	757.1	756.4
4^h V		59.1	58.5	55.7	
8^h V		59.4	59.8	58.1	
12^h mittags		59.1	59.4	57.0	
4^h N		57.9	57.6	55.9	
8^h N		59.4	58.5	57.6	

Besonders auf das Vorhandensein einer atmosphärischen Störung hindeutend, waren die schweren Platzregen, die die Schiffe beobachteten, die das Gebiet des sich bildenden Orkans in den ersten Tagen passierten. Die meisten Regengüsse wurden vom südlichen und östlichen Teil des Orkanfeldes gemeldet. Elektrische Erscheinungen waren im allgemeinen nicht sehr zahlreich, wodurch sich die Orkane dieser Gegend überhaupt auszuzeichnen scheinen. Die Richtung der Dünung war in der Regel 2 bis 4 Strich weiter nach rechts als die Richtung des Seeganges; in derselben Weise wich oft die Richtung der oberen Wolken von der Windrichtung ab (s. auch die Journalauszüge). In der folgenden Tabelle ist zusammengestellt, in welcher Richtung und Entfernung die wahrscheinlich mit dem Orkan zusammenhängenden charakteristischen Cirruswolken beobachtet wurden:

Datum um 8^h V	Zug der Wolken von	Richtung u. Entfernung vom Zentrum	Datum um 8^h V.	Zug der Wolken von	Richtung u. Entfernung vom Zentrum
Oktober 22.	ONO	ONO 240 Sm	Oktober 27.		NNO 100 Sm
24.	OSO	OSO 360 «	28.	—	ONO 240 «
		NO 300	29.	OSO	O 360 «
25.	ONO	OzN 660	« 30.	NO	SO 240 «
	O	O 760 «		N	ONO 180 «
	-	OzN 420 «			
26.	-	O 780	Novemb. 1.	-	ONO 180 Sm

Herr P. H. Gallé kommt aus seinen Untersuchungen zu folgender Nutzanweisung: Schiffe, die von Ostasien, aus dem Golf von Bengalen oder dem Ostindischen Archipel auf der Heimreise in dieser Jahreszeit auffrischende und krimpende Winde und andere Anzeichen antreffen, die auf das Vorhandensein eines Orkanwirbels hindeuten, werden gut tun, nach Süden abzuhalten. Für Schiffe, die aus den nördlicheren Häfen der Westküste von Vorderindien oder aus dem Persischen Golf kommen, kann eine Anweisung nicht gegeben werden. Schiffe auf der Ausreise werden das Orkanfeld im allgemeinen schnell passieren; das Verhalten des Barometers und die Änderung der Windrichtung werden am besten den Weg zeigen, den man einzuschlagen hat, um den gefährlichen Teil der Orkanbahn zu meiden.

(Die deutschen Segelhandbücher empfehlen bei Nordwind Abhalten nach Süden, aber ehe der Nord- oder Nordwestwind nach Nordosten geholt hat, weil man mit einer Peilung der Orkanmitte von 6, vielleicht von 5 Strich zu rechnen hat.)

10° N-Br. ist die südliche Grenze, wo Orkane in dieser Jahreszeit beobachtet worden sind.

G. Tietz.

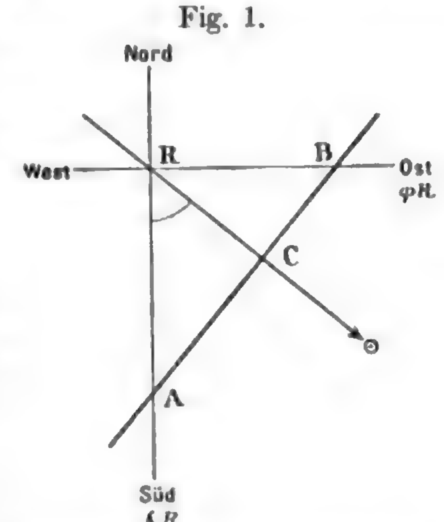
Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen.

Von Schiffsoffizier **Raydt**, Hamburg-Amerika Linie.

In den letzten Jahren sind eine ganze Reihe von Versuchen gemacht worden, die Berechnung der Höhe, die bei Anwendung der Marcq St. Hilaireschen Methode zur Ermittelung der Standlinie nötig ist, zu vereinfachen. Herr J. Krauß erwähnt dieselben in seiner Abhandlung über die Verwendung von Höhentafeln zur Berechnung der wahren Höhen (»Ann. d. Hydr. usw.« 1907, S. 568). Er geht auf die kürzlich erschienene Höhentafel von Frederick Ball näher ein und gibt ein sehr praktisches Verfahren zur Vereinfachung der Interpolationsarbeit bei Benutzung dieser Tafel.

Ich war seit einem Jahre mit der Berechnung einer Höhentafel beschäftigt, als die Ballsche Tafel erschien. Die von mir entworfene Tafel sollte sich auf die Breiten von 60° N bis 60° S und die Deklinationen von 62.5° N bis 62.5° S erstrecken. Ich berechnete die Höhen für Zeitintervalle von 2 zu 2 Minuten und für jeden vollen Grad der Breite und Deklination. Zum Interpolieren setzte ich neben jede Höhenspalte drei Spalten mit den entsprechenden Proportionalteilen für die drei Argumente. Hierdurch ermöglichte ich eine sehr schnelle und einfache Berechnung der Höhe, die sogar die Ausführung dieser Rechnung mit vierstelligen Logarithmen nach Bolte an Schnelligkeit übertraf. Ich wäre aber zu einem Tabellenwerk von nahezu 1800 Seiten gelangt. Dieser Umstand und das Erscheinen der ähnlichen Ballschen Tafel bestimmte mich, meine Arbeit einzustellen.

Fig. 1.



Gegenwärtig ist wohl die bequemste Art der Höhenberechnung die vierstellig logarithmische Rechnung nach Bolte. Auch reicht die Genauigkeit der so ermittelten Höhe im allgemeinen für die Praxis aus.

Es ist nun die Frage, ob es denn überhaupt nötig ist, gerade die Höhe zur Ermittelung der Standlinie zu berechnen.

In nebenstehender Fig. 1 sei R der Schiffsort nach Besteck mit der Breite φ_R und der Länge λ_R, $\measuredangle$ ARC das Azimut der Sonne oder, ganz allgemein, eines Gestirns und AB die Höhengleiche (Standlinie). Bei der Methode Marcq St. Hilaire bestimmt man durch Berechnung des Azimuts, durch Berechnung der wahren Höhe des Gestirns für den Punkt R und durch Bildung der Differenz beobachtete Höhe — berechnete

Höhe = R C die Lage des Punktes C. Dann zieht man die Standlinie durch C senkrecht zu R C.

Bei Betrachtung der Figur drängt sich unwillkürlich die Frage auf: »Wozu brauchen wir überhaupt den Punkt C? Würde es nicht einfacher sein, den Punkt A oder den Punkt B zu berechnen und durch einen dieser Punkte senkrecht zum Azimut die Standlinie zu ziehen?«

Von Punkt A ist die Länge bekannt = λ_R. Ferner liegt Punkt A auf der Höhengleiche (Standlinie). Um Punkt A zu erhalten, braucht man also nur aus der Höhe und dem mit Hilfe der Besteckläuge gebildeten Stundenwinkel die Breite zu berechnen.

Von Punkt B ist die Breite bekannt = φ_R. Ferner liegt Punkt B ebenfalls auf der Höhengleiche (Standlinie). Um Punkt B zu erhalten, braucht man also nur mit der Besteckbreite die Länge zu berechnen.

Ist Punkt A oder Punkt B ermittelt, so zieht man durch einen dieser Punkte die Standlinie senkrecht zum Azimut ebenso leicht wie durch den Punkt C. Denn es ist doch wohl gerade so einfach und richtig im Sinne der geometrischen Aufgabe, ein rechtwinkliges Dreieck aus einer Kathete und den Winkeln zu konstruieren, wie aus der Höhe (auf die Hypotenuse) und den Winkeln.

Sowohl die Berechnung des Punktes A als die des Punktes B ist bedeutend einfacher als die Berechnung des Punktes C. Bei Höhen in der Nähe des Meridians (Azimut 0—20°) berechnet man den Punkt A mit Hilfe irgend einer Breitentabelle durch einfaches Interpolieren. Ich empfehle hierzu »Davis' Exmeridian Tables«, published by J. D. Potter, London. Diese Tafel ist bis zu 64° Deklination zu benutzen, reicht also für Sternbeobachtungen vollkommen aus. Für diejenigen, die nur die Sonne beobachten oder beobachten wollen, genügen die bedeutend billigeren Breitentabellen von Brunswig (Eckhardt & Messtorff).

Bei allen anderen Höhen berechnet man Punkt B nach der Stundenwinkelformel. Daß dies Verfahren bequemer ist als die Ermittelung des Punktes C durch Berechnung der wahren Höhe, brauche ich wohl nicht näher zu begründen. Was die Genauigkeit der so erhaltenen Standlinie betrifft, so kann sie sich jederzeit mit der nach der Höhenmethode ermittelten messen. Man wird sagen, daß bei einem Azimut von ungefähr 20° durch einen kleinen Fehler der in Rechnung gesetzten Argumente die Lage des Punktes B bedeutend gefälscht wird. Dies ist wohl wahr. Aber in demselben Maße, wie bei kleiner werdendem Azimut die Unsicherheit des Punktes B zunimmt, nimmt der Betrag, um den die Standlinie durch eine fehlerhafte Lage von B verschoben wird, ab. Die Genauigkeit der Standlinie wird also nur scheinbar hierdurch ungünstig beeinflußt.

Zur weiteren Erläuterung der von mir empfohlenen Methode lasse ich hier zwei Beispiele aus der Praxis folgen, wie sie bei bewölktem Himmel tagtäglich an Bord vorkommen.

Beispiel 1. Am 27. I. 1908 wurde um $8^1/_4$ʰ V. Schiffszeit beobachtet:

M. G. Z. 11ʰ 27ᵐⁱⁿ 37ˢᵉᵏ w. ⊖ 9° 4′. Logg 20 Sm.

Schiffsort nach Besteck: 44° 35′ N-Br., 44° 40′ W-Lg.

Es wurde gesteuert S 76° W rw. Mittags erhielt man keine Sonnenhöhe, das Logg zeigte 58 Sm. Es wurde nun derselbe Kurs weitergesteuert und um $1^1/_4$ʰ N. Schiffszeit beobachtet:

M. G. Z. 4ʰ 25ᵐⁱⁿ 30ˢᵉᵏ w. ⊖ 25° 0′. Logg 70 Sm.

Auf welcher Breite und Länge befand man sich hiernach um Mittag?

Digitized by Google

Lösung: I. Besteck φ_R 44° 35′ N λ_R 44° 40′ = 2h 58min 40sek W.

⊙ δ = − 18° 45′
Ztgl. = + 12min 41sek
M. G. Z. = 11h 27min 37sek ⊖ 9° 4′

$$\text{sem } t = \sec\varphi \cdot \sec\delta \cdot \sin\frac{z+(\varphi-\delta)}{2} \cdot \sin\frac{z-(\varphi-\delta)}{2}$$

φ =	+ 44° 35′	log sec = 0.1474
⊙ δ =	− 18° 45′	log sec = 0.0237
$\varphi - \delta$ =	63° 20′	
z =	80° 56′	
$z + (\varphi - \delta)$ =	144° 16′	
$\frac{z + (\varphi - \delta)}{2}$ =	72° 8′	log sin = 9.9785
$\frac{z - (\varphi - \delta)}{2}$ =	8° 48′	log sin = 9.1847
		log sem = 9.3343

⊙ t o =	3h 41min 31sek
W. O. Z. =	8h 18min 29sek
Ztgl. =	+ 12min 41sek
M. O. Z. =	8h 31min 10sek
M. G. Z. =	11h 27min 37sek
λ_B =	2h 56min 27sek
λ_R =	2h 58min 40sek
$\Delta\lambda$ od. RB =	2min 13sek = 33.3′ = 23.7 Sm O.

⊙ W. Az. N 128° O.

I. Logg 20 Sm
II. „ 70 Sm
Verseglg. 50 Sm

S 76° W 50 Sm b = 12.1 S a = 48.5 W
$\Delta\varphi$ = 12′ S
$\Delta\lambda$ = 68′ = 4min 32sek W

I. Besteck	φ = 44° 35′ N	λ = 2h 58min 40sek W
Verseglg.	$\Delta\varphi$ = 12′ S	$\Delta\lambda$ = 4min 32sek W
II. Besteck	φ_R = 44° 23′ N	λ_R = 3h 3min 12sek W.

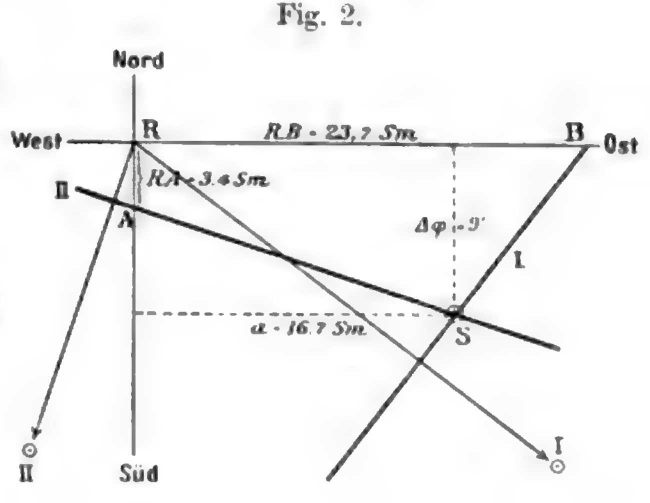
II. Besteck φ_R 44° 23′ N λ_R 3h 3min 12sek W.

⊙ δ =	− 18° 42′
Ztgl. =	+ 12min 43sek
M. G. Z. =	4h 25min 30sek N.
λ =	3h 3min 12sek W
M. O. Z. =	1h 22min 18sek N.
Ztgl. =	− 12min 43sek
W. O. Z. =	1h 9min 35sek N.
⊙ t w =	1h 9.6min

⊙ W. Az. N 162° W.

w. ⊖ =	25° 0′
[1] Δ h =	+ 1° 58.4′
w. ⊖ i. Merid. =	26° 58.4′
⊙ M. Z. =	63° 1.6′
⊙ δ =	− 18° 42.0′
φ_A =	44° 19.6′ N
φ_R =	44° 23.0′ N
$\Delta\varphi$ oder RA =	3.4′ S.

Fig. 2.



Durch Konstruktion der Standlinien, siehe nebenstehende Skizze (Fig. 2), erhält man für S

$\Delta\varphi$ = 9′ S
a = 16.7 Sm O oder $\Delta\lambda$ = 23.4′ O.

Bei genauer Durchführung der Rechnung mit fünfstelligen Logarithmen nach der Höhenmethode erhält man:

$\Delta\varphi$ = 9.2′ S
a = 16.7 Sm O oder $\Delta\lambda$ = 23.6′ O.

---

[1] Aus einer Breitentabelle.

Digitized by Google

I. Logg 20 Sm
Mittags 58 Sm
Verseglg. 38 Sm S 76° W b = 9.2 S $\Delta\lambda$ = 52′ W

I. Besteck	φ = 44° 35′ N	λ = 44° 40′ W
Verseglg.	$\Delta\varphi$ = 9′ S	$\Delta\lambda$ = 52′ W
Mittags	φ_R = 44° 26′ N	λ_R = 45° 32′ W
beob.	$\Delta\varphi$ = 9′ S	$\Delta\lambda$ = 23′ O
Mittags	φ_S = 44° 17′ N	λ_S = 45° 9′ W.

Also Schiffsort nach Beobachtung um Mittag: 44° 17′ N, 45° 9′ W.

Beispiel 2. Man erhielt erst um $1^3/_4$ h N. Schiffszeit die zweite Höhe; alles übrige war wie bei Beispiel 1.

Während ich in Beispiel 1 für die zweite Höhe den Punkt A berechnete, ermittele ich hier auch für die zweite Höhe den Punkt B, weil das Azimut über 20° ist.

Es wurde beobachtet:

M. G. Z. 4h 56min 10sek w. ⊖ 22° 58′ Logg 75 Sm.

Lösung: I. Logg 20 Sm
II. „ 75 Sm
Versglg. S 76° W 55 Sm b = 13.3′ S a = 53.4 W
$\Delta\varphi$ = 13′ S $\Delta\lambda$ 75′ = 5min 0sek W.

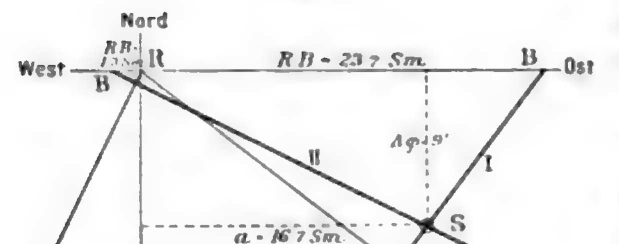
I. Besteck	φ = 44° 35′ N	λ = 2h 58min 40sek W
Versegelung	$\Delta\varphi$ = 13′ S	$\Delta\lambda$ = 5min 0sek W
II. Besteck	φ_R = 44° 22′ N	λ_R = 3h 3min 40sek W.

⊙ δ = − 18° 41′
Ztgl. = + 12min 43sek

φ =	+ 44° 22′	log sec = 0.1458
⊙ δ =	− 18° 41′	log sec = 0.0235
$\varphi - \delta$ =	63° 3′	
z =	67° 2′	
$z + (\varphi - \delta)$ =	130° 5′	
$\frac{z + (\varphi - \delta)}{2}$ =	65° 2.5′	log sin = 9.9575
$\frac{z - (\varphi - \delta)}{2}$ =	1° 59.5′	log sin = 8.5410
		log sem = 8.6678

⊙ t w = 1h 39min 40sek
+ 12min 43sek
M. O. Z. = 1h 52min 23sek
M. G. Z. = 4h 56min 10sek
λ_B = 3h 3min 47sek W
λ_R = 3h 3min 40sek W
$\Delta\lambda$ oder R B = 7sek W = 1.8′ = 1.3 Sm W
⊙ w. Az. N 154° W.

Fig. 3.



Durch Konstruktion der Standlinien, siehe nebenstehende Skizze (Fig. 3), erhält man für S

$\Delta\varphi$ = 9′ S
a 16.7 Sm O = $\Delta\lambda$ 23.4′ O.

Bei genauer Durchführung der Rechnung mit fünfstelligen Logarithmen und Anwendung der Höhenmethode erhält man

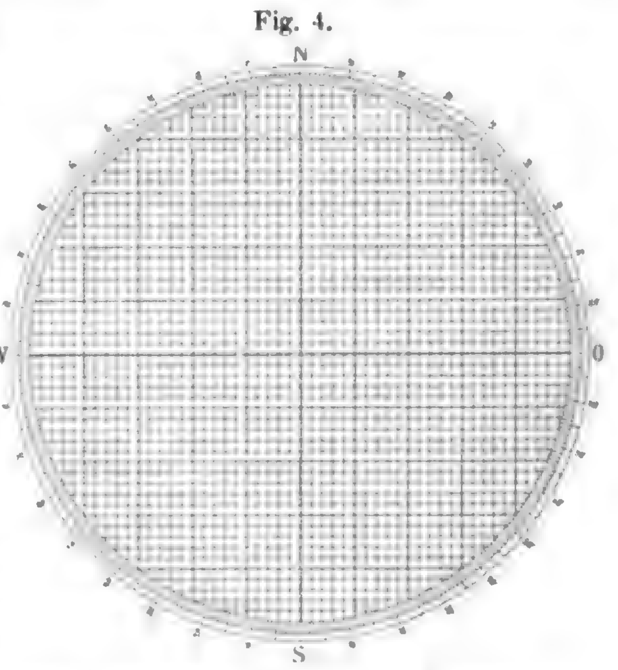
$\Delta\varphi$ = 9.1′ S
a 16.8 Sm = $\Delta\lambda$ 23.6′ O.

Besteck für Mittag	φ_R = 44° 26′ N	λ_R = 45° 32′ W
beob.	$\Delta\varphi$ = 9′ S	$\Delta\lambda$ = 23′ O
Schiffsort nach Beobachtung (S) für Mittag	= 44° 17′ N	45° 9′ W.

Die Konstruktion der Standlinien führe ich stets auf dem Bolteschen Diagramm aus (Fig. 4), welches zum Preise von 20 Pfg. bei Eckardt & Messtorff in Hamburg zu haben ist. Ich kann dies Diagramm allen denjenigen warm empfehlen, denen zur Konstruktion der Standlinien nicht die Karte zur Verfügung steht.

Man kann ein solches Diagramm etwa hundertmal benutzen, ehe es aufgebraucht ist. Natürlich läßt sich Punkt S auch trigonometrisch berechnen. Die graphische Lösung ist der rechnerischen meiner Ansicht nach aber vorzuziehen. Ich gehe deshalb nicht näher auf letztere ein.

Fig. 4.



Stark verkleinerte Abbildung des Diagramms.

Auf vielen Schiffen herrscht die Gepflogenheit, aus der morgens beobachteten Höhe gleich die Länge mit der Besteckbreite auszurechnen. Mit Hilfe der Tafeln a und b in Brunswigs »Nautischem Allerlei« berechnet man dann den Einfluß eines Fehlers von 1′ in der Breite auf die Länge. Diesen Wert, x genannt, multipliziert man mittags mit dem Unterschied zwischen Breite nach Besteck und Breite nach Beobachtung; das Produkt ist die Berichtigung der Länge für die beobachtete Breite. Das gleiche kann man reichlich so einfach mit dem Bolteschen Diagramm ausführen. Da dies besonders für diejenigen Herren von Interesse sein dürfte, die nicht im Besitz eines »Brunswig« sind, will ich die Methode im folgenden kurz beschreiben und durch ein Beispiel erläutern.

Man berechne morgens die Länge mit der Besteckbreite, schlage das Azimut auf[1]) und zeichne die Standlinie ins Diagramm. Um 11h berechne man das Besteck für Mittag und die für die Besteckbreite gültige Meridiansonnenunterrandshöhe nach der Formel: ⨀ i. Merid. $= 90° + \delta - (\varphi + \text{G. K.})$ Der Unterschied zwischen der gemessenen und vorausberechneten Meridiansonnenunterrandshöhe ist dann der Breitenunterschied von S und R. Im Schnittpunkt der Standlinie mit dem der Beobachtung entsprechenden Breitenparallel (von S) liest man dann direkt die Abweichung ab; diese verwandelt man in Längenunterschied, den man nur an der Besteckläng anzubringen hat. Breite und Länge für Mittag sind dann ausgerechnet, wenn der letzte Schlag von 8 Glas kaum verhallt ist.

Beispiel. Unter sonst denselben Verhältnissen wie bei Beispiel 1 beobachtete man die Meridiansonnenunterrandshöhe zu 26° 53′. Die Augeshöhe betrug 12 m.

Besteck für Mittag: $\varphi = 44° 26' \text{ N}$, $\lambda = 45° 32' \text{ W}$. ⨀ $\delta - 18° 42'$.

	90° 0′
+ ⨀ δ =	− 18° 42′
$90° + \delta$ =	71° 18′
$-(\varphi + \text{G. K.})$ =	− 44° 34′
berechnete ⨀ i. Merid. =	26° 44′ (für R)
[2]) **gemessene ⨀ i. Merid. =**	**26° 53′**
$\Delta\varphi$ =	**9′ Süd**
a =	**16.7 Sm Ost (siehe Skizze Fig. 5)**
$\Delta\lambda$ =	**23.4′ Ost**

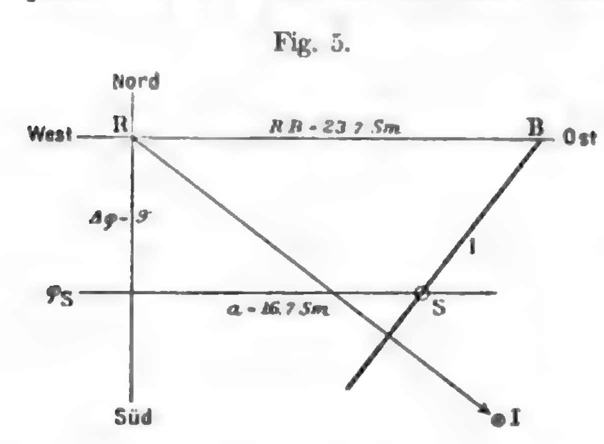
[1]) Man pflegt vielfach gleichzeitig mit der Längenbeobachtung eine Peilung der Sonne vorzunehmen, um die Deviation des Kompasses zu bestimmen. Hierzu muß man das wahre Azimut sowieso aufschlagen. Aber selbst wenn dies nicht der Fall ist, ist das Aufschlagen des Azimuts nicht umständlich und jedenfalls nicht so zeitraubend wie die Benutzung der Tafeln a und b im »Brunswig«.

[2]) Die fettgedruckten Ziffern bezeichnen die Rechenarbeit, die mittags zu tun ist.

Besteck für Mittag (R) =	44° 26′ N	45° 32′ W
$\Delta\varphi$ =	9′ S	$\Delta\lambda$ = 23′ O
wahrer Schiffsort für Mittag (S) =	**44° 17′ N**	**45° 9′ W.**

Meine im obigen ausführlich beschriebene Methode habe ich seit einiger Zeit stets zur Ermittelung der Standlinien angewandt. Ich habe dieselbe dadurch erprobt und bin mit den erhaltenen Resultaten vollkommen zufrieden. Ich halte meine Methode für geeignet, die Höhenmethode ganz zu verdrängen. Der nach meiner Methode arbeitende Navigateur braucht, wenn er im Besitz einer Breitentabelle und Azimuttafel ist, zur ganzen astronomischen Ortsbestimmung auf See nur noch eine Universalformel, die Formel, die er jeden Tag zur Berechnung der Länge anwendet, die ihm also stets geläufig ist, nämlich die **»Stundenwinkelformel«**.

Fig. 5.



Meine Methode ist der schon früher bekannten Längen- und Breitenmethode sehr ähnlich; hoffentlich wird man sie deshalb nicht als einen Rückschritt bezeichnen. Bei jener berechnete man mit zwei verschiedenen Breiten zwei Längen und erhielt durch Verbindung der beiden so gefundenen Punkte die Standlinie, während man bei meiner Methode nur eine Länge mit einer Breite berechnet, das Azimut aufschlägt und die Standlinie senkrecht zu diesem zieht.

Solange es nicht zur Berechnung der wahren Höhe oder Höhendifferenz ein Mittel gibt, welches bedeutend einfacher ist als die Auswertung der Stundenwinkelformel, erscheint mir die von mir dargelegte Methode empfehlenswert.

Chronometer-Beförderungsversuche über Land.

Von Korvetten-Kapitän a. D. **Rottok**, Vorstand des Chronometer-Observatoriums zu Kiel.

Einleitung. Anschließend an die Beförderungsversuche von Chronometern mittels Boot[1]) wurden behufs Sammlung von Erfahrungen durch das Chronometer-Observatorium Beförderungsversuche über Land auf einer längeren 1 bis 2 Stunden währenden Wegstrecke angestellt.

Erfahrungen dieser Art sind wichtig und von Vorteil, da die Küstenvermessungen namentlich in den Kolonialgebieten des öfteren eine Landbeförderung von Chronometern von einem Orte zum anderen erforderlich machen.

Bereits in früherer Zeit, meistens bei Beschreibung von Küstenvermessungen und Längenbestimmungen, wurden Ergebnisse der Beförderung von Chronometern veröffentlicht, die aber größtenteils zu unsicher waren infolge der zu geringen Anzahl der beförderten Instrumente. Bei einer genügenden Anzahl von Chronometern ist leider nicht näher auf den Einfluß eingegangen worden, welchen die Beförderung auf die Chronometer ausgeübt hat. Ein Beispiel dieser Art ist die im Jahre 1843 durch W. Struve ausgeführte Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen Pulkowa bei St. Petersburg und Altona, bei welcher Gelegenheit nicht weniger als 68 Chronometer auf 17 Reisen befördert worden sind.[2])

Das Chronometer-Observatorium hat sich nun bemüht, Versuche mit einer genügenden Anzahl von Chronometern anzustellen.

[1]) »Transportversuche mit Chronometern«, »Ann. d. Hydr. usw.« 1906, S. 583 ff.
[2]) Lehrbuch der sphärischen Astronomie von Dr. Wilhelm Tinter, Wien 1887, S. 569 ff.

Digitized by Google

Zunächst sollen hier einige frühere Beförderungen kurz angeführt und beschrieben werden:

1. Die von Prof. Dr. Peters, ausgeführt im Jahre 1883,
2. die von Commander Pullen R. N., veröffentlicht im Jahre 1889 von Sir David Gill,
3. die von Dr. E. Kohlschütter, ausgeführt im Jahre 1898,
4. die von der Deutschen Seewarte, ausgeführt im Jahre 1899,
5. die von E. Hammer, ausgeführt im Jahre 1902.

I. Frühere Chronometerbeförderungen über Land.

1. Beförderung von Chronometern durch Professor Dr. Peters.

Die im Jahre 1883 durch Prof. Dr. Peters geleitete Beförderung von 70 der Kaiserlichen Marine gehörigen Chronometern von der Sternwarte Kiel nach dem Chronometer-Observatorium ist bereits in meiner Arbeit »Transportversuche mit Chronometern«[1]) beschrieben worden.

Das Ergebnis war kurz gefaßt folgendes: 2 Chronometer blieben während der Beförderung stehen, 21 Instrumente ergaben eine Gangänderung von über 1^{sek}, darunter zeigten 7 % eine solche von über 2^{sek}. Die höchste Gangänderung betrug 2.6^{sek}. Schuld am Stehenbleiben der Chronometer ist wahrscheinlich eine schnelle oder ruckweise Horizontaldrehung der Instrumente beim Tragen, schuld an der großen Gangänderung der zu späte Vergleich mit der Normaluhr (erst 11 Tage nach der Beförderung).

2. Beförderung eines Chronometers durch Commander Pullen.

Von dem Königlichen Astronomen der Sternwarte zu Kapstadt Sir David Gill wurden im Jahre 1889 die Ergebnisse der Vermessungen veröffentlicht, welche s. Zt. der verstorbene Commander in der englischen Marine Pullen im Verein mit dem Astronomen Finlay an der Westküste von Afrika ausgeführt hat.[2])

Die Beobachtungen wurden angestellt auf der Sternwarte zu Port Nolloth, Mossamedes, Benguela, St. Paul de Loanda, São Thomé und Bonny. Zur Benutzung kam ein Chronometer. Dasselbe ist des öfteren eine halbe Meile und mehr zu Fuß, zeitweise ungefähr 3 Meilen vermittels Bahn befördert worden.

Als Ergebnis wurde im allgemeinen kein für den Gebrauch zu beachtender Gangverlust gefunden. Zu Port Nolloth, Mossamedes und Benguela indes ergab sich ein nicht ganz zufriedenstellender Gang. Dieses liegt, nach Ansicht von Sir David Gill, zum Teil an den Temperaturunterschieden der Beobachtungsstationen nachts und dem Orte, an welchem das Instrument am Tage aufbewahrt wurde, zum Teil an der Art des Tragens.[3]) Das Chronometer erlitt z. B. infolge schlechten Tragens am 10. August zu Port Nolloth einen Gangverlust von 1^{sek}.

3. Beförderung von Chronometern durch Dr. E. Kohlschütter.

Behufs Grenzregulierung zwischen dem Nyassa- und Tanganyika-See wurden im Jahre 1898 von einer deutschen und einer englischen Abordnung astronomische sowie geodätische Arbeiten angestellt,[4]) zu deren Ausführung von dem deutschen Vertreter Dr. Kohlschütter im Verein mit dem englischen, vier Chronometerreisen von der Nkata-Bay nach dem Telegraph Camp unternommen wurden.

Um die Instrumente von einem Orte zu dem anderen zu befördern, waren jedesmal Märsche von ungefähr einer Stunde Dauer notwendig. Während dieser Märsche (2 Tages- und 2 Nachtmärsche) standen zur Verfügung: 4 Beobachtungsuhren und 2 Schiffschronometer der deutschen sowie 4 Deckschronometer der englischen Abordnung.

[1]) »Transportversuche mit Chronometern«, »Ann. d. Hydr. usw.« 1906, S. 583 ff.
[2]) Telegraphic determinations of longitudes on the West Coast of Africa etc. 1889.
[3]) Auf die Art des Tragens bei der Beförderung wird später näher eingegangen werden.
[4]) Bericht über die astronomischen und geodätischen Arbeiten der deutschen Grenzregulierungs-Kommission zwischen dem Nyassa- und Tanganyika-See. Von Dr. E. Kohlschütter. (Mitteilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus den deutschen Schutzgebieten 1900, XIII. Band, S. 265 ff.)

Digitized by Google

Da Temperaturverbesserungstafeln für die betreffenden Instrumente nicht vorhanden waren, so half sich Dr. Kohlschütter in gut gelungener Art dadurch, daß er die beiden Nacht- sowie die beiden Tagesmärsche besonders vereinigte, um so für die Ableitung der Reisegänge die Unterschiede in den Gängen bei der niedrigen Nacht- und der hohen Tagestemperatur nachweisen zu können.

Die zwei deutschen Chronometer mußten bei der Berechnung ausgeschaltet werden, weil jedes der beiden Instrumente zwei Minuten stehen blieb; das eine während eines Tages-, das andere während eines Nachtmarsches.

Der Grund des Stehenbleibens ist aus der Arbeit nicht zu ersehen, vielleicht ist er ebenso wie bei der Vermessung des Commander Pullen der, daß durch schlechtes Tragen Schwingungen um die Achse erzeugt worden sind, die ein Stehenbleiben der Chronometer veranlaßten; gleiche Schwingungen bewirkten dann ein Wiederingangsetzen.[1])

Auf die Art des Tragens wird später noch eingegangen werden.

Das Ergebnis war, abgesehen von den beiden deutschen Chronometern, ein für die übrigen Instrumente recht gutes. Größere Gangänderungen fanden nicht statt, trotz mangelhafter Beschaffenheit des Weges. Dieser führte durch dichten Wald, bergauf und bergab. Die Auf- und Abstiege waren sehr steil. Den teilweise schlüpfrigen Weg machten Steingeröll sowie Wurzeln unbequem, und namentlich nachts für die Beförderung der Chronometer wenig geeignet.

4. Beförderung von Chronometern seitens der Seewarte.

Dieser Versuch, welcher mit 12 Chronometern am 5. Juli 1899 teils durch die Bahn, teils vermittels eines Dampfers stattfand, ist bereits in der Arbeit »Transportversuche mit Chronometern« beschrieben worden.

Als Ergebnis stellten sich nur geringe Standunterschiede heraus. Zwei Instrumente wiesen überhaupt keinen Standunterschied auf. Der höchste gefundene Unterschied ergab 0.5^{sek}. Die Gangänderung betrug als Mindestbetrag 0.01^{sek}, im Höchstbetrage 0.41^{sek}.

5. Beförderung eines Chronometers durch E. Hammer.

In den »Ann. d. Hydr. usw.« vom Jahre 1903 veröffentlicht E. Hammer die Gänge eines Kutterschen Chronometers, Eigentum der Königlichen Technischen Hochschule zu Stuttgart, das sich durch sehr gleichförmigen Ruhegang und eine vollkommene Temperaturausgleichung (Kompensation) zwischen $+5°$ und $+25°$ C. auszeichnete.[2]) Zu dieser Arbeit gehört eine Tafel, welche die graphische Darstellung der Gänge des Chronometers vorführt während einer Polhöhenmessung von Mitte August bis Ende September 1902, einer Zeit, in der das Instrument starken Fußmärschen — zeitweise bis zu 6 Stunden — und längeren Eisenbahnfahrten — bis zu 4 Stunden — ausgesetzt werden mußte.

Aus der Tafel ist zu ersehen, daß das Chronometer während der eigentlichen Arbeiten (25. August bis 12. September) in seinem Gange hin und her schwankte. Vom 12. bis 22. September geht es gleichmäßig ungefähr $+2^{sek}$ täglich, unbeeinflußt durch eine vierstündige Eisenbahnfahrt.

Ergebnis. Da der Ruhegang vor den Beförderungen $+0.30^{sek}$ betrug, der spätere Gang aber $+2.0^{sek}$ war, so zeigt sich, daß die Beförderung in ihrer Nachwirkung einen verlierenden Gang von 1.7^{sek} auf das Chronometer ausgeübt hat.

Ob dieser Gang auf die Beförderung allein geschoben werden kann, ist fraglich, denn es fiel, wie in der Tafel angegeben ist, vor der Rückbeförderung nachts bei einer Temperatur von nur $+2°$ C. sehr starker Tau. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist daher der verlierende Gang der großen Feuchtigkeit zuzuschreiben.

---

[1]) Nach Angabe des Professors Dr. Kohlschütter ist der angeführte Grund der wahrscheinlichste, ein anderer hat sich jedenfalls nicht feststellen lassen. Die Chronometer sind so gut als möglich von zuverlässigen Beobachtern getragen worden, die die anzuwendenden Vorsichtsmaßregeln genau kannten und die lebhafteste Anteilnahme an einer tadellosen Ausführung der Zeitübertragung hatten.

[2]) Gang eines Chronometers, von E. Hammer. »Ann. d. Hydr. usw.« 1903, S. 362—363.

Digitized by Google

Anmerkung. Erfahrungsgemäß treten die meisten Gangstörungen bzw. Gangänderungen bei Feuchtigkeitseinfluß auf. So wurde z. B. im hiesigen Observatorium während der Temperaturuntersuchung von 107 Chronometern im Winter 1906/07 festgestellt, daß 92 d. s. 86% der untersuchten Instrumente durch Feuchtigkeit im Gange verloren. Die Feuchtigkeit strömte infolge starken Nebels und Staubregens mit der Außenluft durch die Chronometerkasten. Die Chronometer blieben im Gange zurück, trotzdem sie in der steigenden Temperatur, ihrer bisherigen Temperaturkurve gemäß, hätten vorgehen sollen. Bei einigen Instrumenten betrug der verlierende Gang über 2 sek.

II. Chronometer-Beförderungsversuche des Chronometer-Observatoriums.

Das Observatorium führte den Versuch mit 116 allen Klassen angehörigen Chronometern verschiedenen Alters aus. Jeder Träger hatte zwei Instrumente (in jeder Hand eins) am Lederriemen des Überkastens gefaßt. Zeitweise kamen 20 Chronometer auf einmal zur Beförderung.

Die Dauer der Beförderung betrug 1 bis 2 Stunden. Die Beförderung fand im Laufe des Jahres bei jeder sich bietenden Gelegenheit statt.

Rücksicht auf das Wetter wurde nicht genommen, da die Chronometerkasten gut verschlossen in ihren ebenfalls geschlossenen und gut gepolsterten Überkasten untergebracht waren.

Der Temperaturunterschied zwischen dem Chronometerraum und der Außenluft betrug 2° bis 5.8° C.

Als Beförderungsweg wurde das stark hügelige Düsternbrooker Gehölz gewählt. Derselbe war zeitweise sehr schlüpfrig und daher schwierig zu begehen. Verschiedene Male mußten Ruhepausen gemacht und die Instrumente auf den Erdboden gesetzt werden.

Ausführung der Beförderung.

Vorbereitungen. In derselben Weise wie bei den Beförderungsversuchen der Chronometer über Wasser wurden die Chronometer, sobald das Trägerpersonal zur Stelle war, im Chronometerraum mit der Normaluhr vermittels des Chronographen verglichen und ihre Stände (Verbesserung gegen mittlere Greenwichzeit) auf Zehntel-Sekunden genau errechnet. Nach dem Vergleiche erfolgte die Feststellung der Chronometer und ihre Unterbringung in die Überkasten. Die Trageriemen sind so kurz wie möglich geschnallt worden.

Die eigentliche Beförderung geschah unter Aufsicht eines Angehörigen des Chronometer-Observatoriums. Träger waren Matrosen, welche bei jeder Beförderung wechselten und von denen die meisten überhaupt kein Chronometer kannten. Es mußte ihnen daher ein solches gezeigt und seine Wichtigkeit klar gemacht werden, auch wurde über das richtige Tragen der Instrumente genaue Anweisung gegeben.

Sobald die Chronometer von der Beförderung zurückkamen, wurden sie auf ihren Platz gestellt, mit der Normaluhr chronographisch verglichen und die Stände wieder auf Zehntel-Sekunden genau errechnet.

Ergebnisse der Beförderung.

Nach der Beförderung stellte sich unmittelbar folgendes heraus:

1. Es war kein Chronometer stehen geblieben.
2. Eine Standänderung hat so gut wie gar nicht stattgefunden.
3. Eine Gangänderung bzw. ein Sprung während der Beförderung zeigte sich bei keinem Instrument.

Verhalten nach der Beförderung.

Um ein genaues Bild des Verhaltens der Chronometer nach der Beförderung zu bekommen, wurden, ähnlich wie bei den Beförderungsversuchen über Wasser, die Gänge 40 Tage vor sowie 40 Tage nach der Beförderung in einer Liste vereinigt und jeder Gang auf den Normalgang (Gang bei +15° C.) gebracht, behufs Ausschaltung des Temperatureinflusses, mithin Ermöglichung eines besseren Vergleiches der einzelnen Gänge. Darauf wurden diese Normalgänge in eine zweite Liste eingetragen und die Unterschiede zwischen ihnen gebildet. Es ergab sich so ein übersichtliches Bild über die Änderung der Gänge.

Digitized by Google

Bei Betrachtung der Normalgänge vor und nach der Beförderung wurde erkannt, daß von 116 Chronometern 86 = 74 % keine nachweisbare Gangänderung durch die Beförderung erlitten hatten.

30 Instrumente = 26 % zeigten bei dem Vergleiche 10 Tage nach der Beförderung größere Unterschiede der einzelnen Normalgänge als die vorher oder nachher gefundenen, und zwar 20 Chronometer bis zu 0.5^{sek}, 8 von 0.5^{sek} bis 1^{sek} und 2 über 1^{sek}.

Die beiden letzteren Chronometer waren minderwertig; das eine gehörte zur IV. Klasse, das andere war ein Beobachtungschronometer. Bemerkenswert für diese 30 Chronometer ist noch, daß 24 der eben genannten Unterschiede nach der plus-Seite, 6 nach der minus-Seite ausschlugen, d. h. 24 Chronometer blieben kurz nach der Beförderung im Gange zurück, 6 gingen vor. Wahrscheinliche Ursache ist die Veränderung der Reibung durch die Erschütterungen während der Beförderung.

Wurden nur die Unterschiede der einzelnen Normalgänge beim ersten Vergleiche angesehen — 10 Tage nach der Beförderung — ohne Rücksicht auf die übrigen Unterschiede vor und nach demselben, so war zu ersehen, daß 63 Chronometer langsamer, 43 schneller gingen, 10 hatten einen ausgesprochenen verlierenden bzw. gewinnenden Gang von vornherein, d. h. schon vor der Beförderung, konnten daher nicht mit in Betracht gezogen werden, da sie ihre Gangart nicht veränderten.

Endergebnis.

1. Stehen geblieben während der Beförderung ist kein Chronometer.
2. Eine nachweisbare Standänderung hat nicht stattgefunden.
3. Eine Gangänderung ist bei den meisten Instrumenten — 74 % — nicht nachzuweisen; dort wo es nachweisbar ist, sind nur kleine Gangänderungen aufgetreten, und zwar zeigen diese Chronometer fast alle Neigung zum Zurückbleiben (24 : 6 = 80 %).

Unmittelbar nach der Beförderung hat der größere Teil der Chronometer eine Neigung im Gange zurückzubleiben (63 : 43 = 59 %). Diese Nachwirkung hört aber bei den meisten Instrumenten bald wieder auf, so daß von einer Nachwirkung durch die Beförderung kaum die Rede sein kann.

III. Chronometer-Beförderung nach dem Adlergrund-Feuerschiff.

Bei Gelegenheit der Bestimmung des Adlergrund-Feuerschiffes wurden 5 Chronometer I. Klasse sowie 1 Sternzeit-Beobachtungschronometer längere Zeit, und zwar vom 22. Mai bis zum 4. Juni 1906 — 13 Tage — über Land befördert. Sie wurden von dem Observatorium nach dem Bahnhofe durch eine Dampfpinasse, dann vermittels der Bahn unter mehrmaligem Zugwechsel von Kiel nach der Insel Rügen gebracht und von dort wieder zurückgeschafft auf demselben Wege, nur daß sie vom Bahnhof Kiel durch eine Taxameterdroschke nach dem Observatorium gefahren wurden, wozu ungefähr ½ Stunde nötig war.

Unmittelbar vor und nach der Beförderung sind die Stände der 6 Chronometer auf Zehntel-Sekunden errechnet und die Gänge daraus abgeleitet worden. Beim Vergleich dieser Gänge mit denen, welche den Chronometern mitgegeben waren, ergaben sich folgende Unterschiede:

Chronometer	I. Klasse	M.	346	= -0.11^{sek},
«	I. «	M.	449	= $+0.91^{sek}$,
«	I. «	M.	456	= -0.04^{sek},
«	I. «	M.	498	= $+0.48^{sek}$,
«	I. «	M.	499	= -0.09^{sek},
Sternzeitchronometer		M.	30	= $+1.69^{sek}$.

Es ist zu ersehen, daß drei von den fünf Chronometern I. Klasse ihren mitgegebenen Gang mit nur geringen Änderungen beibehalten haben, während von den beiden anderen das eine eine Gangänderung von $+0.91^{sek}$, das zweite eine solche von $+0.48^{sek}$ erlitt (beide im verlierenden Sinne). Das Beobachtungschronometer kommt mit seiner Gangänderung von $+1.69^{sek}$ nicht in Betracht,

da es ein ausgemustertes, altes Instrument ist, welches vor der Beförderung zeitweise noch größere Gangsprünge aufwies, trotzdem es ruhig stand.

Eine Nachwirkung auf den Gang war nur bei einem Chronometer M. 346 zu bemerken, bei dem sich der tägliche Gang in den ersten 10 Tagen um 0.6^{sek} änderte (er stieg von $+1.07^{sek}$ auf $+1.67^{sek}$ und blieb dann monatelang auf gleicher Höhe).

Ergebnis. Drei Chronometer ändern ihren Gang fast gar nicht, zwei ändern denselben. Ein Urteil zu bilden, ist der zu geringen Anzahl Instrumente wegen ausgeschlossen.

Von einer Nachwirkung der Beförderung auf den Gang kann kaum die Rede sein. Die auf M. 346 ausgeübte Wirkung war ein Sprung, da das Chronometer späterhin einen gleichmäßigen Gang zeigte.

IV. Gesamtergebnis aller bisher besprochenen Chronometerbeförderungen.

1. Es sind stehengeblieben fünf Chronometer (zwei bei Prof. Dr. Peters, wahrscheinlich das eine des Commander Pullen, zwei bei Dr. Kohlschütter).
2. Größere Gangänderungen treten auf bei 21% der Petersschen, dem einen Pullenschen, den zwei deutschen Chronometern der Kohlschütterschen Chronometerbeförderung, dem einen Hammerschen sowie zwei Instrumenten, welche an der Beförderung nach dem Adlergrund-Feuerschiff teilnahmen.
3. Eine in Betracht zu ziehende dauernde Nachwirkung durch die Beförderung ist nur bei dem Hammerschen Chronometer beobachtet worden.

Zu 1. Stehenbleiben der Chronometer.

Die Chronometer bleiben nur stehen, wenn sie während der Beförderung starken Drehungen um die Horizontale unterworfen und dadurch die Unruhschwingungen aufgehoben werden. So ist es dem einen Pullenschen und den beiden Kohlschütterschen Chronometern ergangen. Das erstere wurde vermittels einer Schlinge getragen, welche hergestellt war durch ein durch die Griffe des Chronometerkastens gezogenes Stück Zeug oder Handtuch, die letzteren wurden in gepolsterten Holzkasten vermittels Henkel getragen.

Die beste Art, Chronometer zu befördern, ist jedenfalls die, das Instrument mit festgeklemmter Aufhängevorrichtung ohne Überkasten mit beiden Händen vor dem Körper zu tragen, je eine Hand an einem Griffe des Kastens. Beide Arme sind zu krümmen, die Ellbogen gegen den Körper anzupressen. Es ist darauf zu sehen, daß das Zifferblatt stets horizontal bleibt. Bei einem derartigen Tragen kann das Instrument nur gedreht werden bzw. in Schwingungen geraten, wenn der Körper des Trägers selbst sich dreht.

Für eine weite Entfernung würde diese Trageart zu ermüdend sein, könnte sich nur ausführen lassen durch häufigeres Niedersetzen der Chronometer oder durch mehrfaches Ablösen der Träger. Bei weiten Entfernungen wird es sich daher empfehlen, die Chronometer mit festgeklemmter Aufhängevorrichtung in die Überkasten (Transportkasten) zu setzen und letztere vermittels des festangezogenen Riemens mit seitwärts herabhängendem Arme sorgfältig zu tragen. Durch diese Art des Tragens wird eine seitliche Drehung möglichst vermieden, wie die Beförderungsversuche vieler Chronometer durch das Observatorium ergeben haben, welches die Instrumente auf diese Art hat tragen lassen. So werden auch die Chronometer vor Feuchtigkeit und Staub sowie vor schroffem Temperaturwechsel bewahrt.

Sollte kein Überkasten vorhanden sein, dann muß das Instrument in einen Korb oder Kasten gesetzt werden, der derartig auszufüttern ist, daß das Chronometer darin sicher und fest liegt. Der Korb usw. ist mit haltbarem Tauwerk so zu umschnüren, daß er wiederum sicher und bequem in diesem getragen werden kann, ohne in pendelnde Bewegungen zu geraten. Das Tragen in einem Tuche, dessen vier Enden zum Knoten verbunden als Handgriff dienen, bzw. in einem Handtuche, ist nicht zu empfehlen, da der Chronometerkörper an und für sich klein ist und daher so leichter in unbeabsichtigte Drehungen gerät, als in

einem besonderen Kasten; des ferneren auch, falls die Schlingen nicht ganz kurz gehalten werden oder sich lockern, unwillkürliche pendelnde Bewegungen entstehen. Ein Abhalten von Feuchtigkeit, Staub und schroffen Temperaturen ist ebenfalls weniger gewährleistet.

Zu 2 und 3. Gangänderung und Nachwirkung.

a. Beförderung durch Fußmarsch.

Die Dr. Peterssche Beförderung ist nicht in Betracht zu ziehen, da der Vergleich mit der Normaluhr erst 11 Tage nach der Beförderung stattfand, außerdem die Träger in unverantwortlicher Weise mit den Instrumenten umgingen.

Commander Pullen. Ein für den Gebrauch zu beachtender Gangverlust trat nur einmal auf. In diesem Falle waren schlechtes Tragen bzw. große Temperaturunterschiede und Feuchtigkeit die Ursache.

Dr. Kohlschütter. Größere Gangänderungen fanden nur bei den beiden deutschen Chronometern statt. Die große Gangänderung von 2^{min} ist auf ein Stehenbleiben der Werke zu schieben, veranlaßt durch unbeabsichtigte Drehung beim Tragen auf den schlüpfrigen Wegen.

Hammer. Es wurde ein zurückbleibender Gang von 1.7^{sek} als Nachwirkung bemerkt, wahrscheinlich verursacht durch Feuchtigkeit.

Chronometer-Observatorium. Nur kleine Gangänderungen sind nachweisbar, und zwar bei 26 % der Chronometer, von denen wiederum fast alle — 80 % — eine Neigung zum Zurückbleiben zeigen. Unmittelbar nach der Beförderung ist bei 59.5 % aller Instrumente dieselbe Neigung festzustellen, welche aber bei den meisten bald aufhört.

Adlergrund-Feuerschiff. Über diese Beförderung läßt sich kein Urteil fällen; zwei Chronometer ändern den Gang um 0.9^{sek} bzw. 0.5^{sek}, und zwar im zurückbleibenden Sinne.

b. Beförderung durch Wagenfahrt.

Für ein Urteil sind zu wenig Angaben vorhanden (nur bei der Beförderung nach dem Adlergrund-Feuerschiff).

c. Beförderung durch Eisenbahnfahrt.

Diese Art der Beförderung fand statt bei Pullen, der Deutschen Seewarte, Hammer sowie bei Bestimmung der Lage des Adlergrund-Feuerschiffes.

Während der ersten drei Beförderungen ward kein Gangverlust festgestellt, bei der vierten ist ein solcher nicht nachweisbar.

Der Vergleich aller bisher besprochenen Chronometerbeförderungen ergibt also, daß die Beförderung durch Fußmarsch bei genügender Vorsicht keine für den Gebrauch zu beachtende Gangänderungen erzeugt hat. Aufgetretene kleinere Gangänderungen sind meist im verlierenden Sinne. Die Ursache des Auftretens in diesem Sinne ist wahrscheinlich folgende:

Durch den Gang der Träger, durch das Wippen der Wagen usw. macht die Spirale zwei Bewegungen, einmal ihre Eigenbewegung in horizontaler, dann aber auch solche in senkrechter Richtung. Die Gesamtbewegung bewirkt eine Verlangsamung der Horizontalschwingungen.

Große Gangänderungen sind dem schlechten Tragen bzw. dem Einflusse der Feuchtigkeit zuzuschreiben. Die letztere kann auch eine dauernde Nachwirkung hervorrufen. Größere Temperaturunterschiede bewirken selbstverständlich Gangänderungen. Der Gang kann aber durch mitgegebene Temperatur-Verbesserungstafeln auf den Normalgang gebracht werden, vorausgesetzt natürlich, daß die Temperaturkoeffizienten noch richtig sind.

Wagenfahrt schadet wahrscheinlich nur, wenn die Chronometer nicht genügend vor starken Erschütterungen bewahrt bleiben und wenn mit dem Wagen zu schnelle Richtungsveränderungen vorgenommen werden. Der Wagen selbst muß federn, und die Instrumente müssen auf weichen Unterlagen ruhen. Wenn

nur ein oder nur wenige Instrumente befördert werden, so ist es besser, sie außerdem noch auf die Oberschenkel zu setzen.

Eisenbahnfahrt hat sich bei Anwendung von Vorsichtsmaßregln als nicht schädlich erwiesen.

V. Endurteil.

1. Durch die Beförderung über Land — durch Fußmarsch, Wagen- oder Eisenbahnfahrt — erleiden die Chronometer keine für den Gebrauch in Betracht zu ziehende Gangänderung. Es ist nichts zu befürchten, wenn sie vorsichtig getragen werden, namentlich keine schnelle oder ruckweise Drehung um die Horizontalachse erhalten und vor groben Stößen bzw. Erschütterungen, welche Verletzungen des Werkes erzeugen, bewahrt bleiben.

2. Beobachtete kleine Gangänderungen treten meist im zurückbleibenden Sinne auf.

3. Während der Beförderung sind die Chronometer vor allen Dingen vor Feuchtigkeit zu schützen, da diese eine starke Wirkung im verlangsamenden Sinne ausübt, auch sind sie vor schroffem Temperaturwechsel zu bewahren.

4. Eine dauernde Nachwirkung durch die Beförderung ist nur dann bemerkt worden, wenn Feuchtigkeit eingewirkt hat.

Schlußbetrachtung.

Beim Vergleiche des Endurteils dieser Abhandlung mit dem der Arbeit des Verfassers »Transportversuche mit Chronometern« — »Ann. d. Hydr. usw.«, Heft XII, S. 585 u. f.[1]) — ist dasselbe Ergebnis gefunden worden. Es übt danach die Beförderung an und für sich keinen bemerkenswerten, jedenfalls keinen für den Gebrauch in Betracht zu ziehenden Einfluß auf den Gang der Chronometer aus, ganz gleich, ob die Beförderung über Land oder über Wasser vermittels Boot stattfindet; natürlich nur dann, wenn die Instrumente der Vorschrift gemäß behandelt und mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln vor Feuchtigkeit, Staub und schroffem Temperaturwechsel bewahrt werden.

Kleinere Mitteilungen.

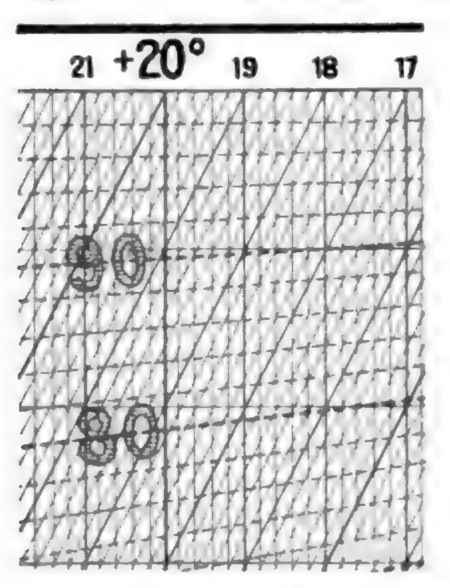
1. **Graphische Psychrometertafel**. In sehr vielen Fällen, besonders in der Wettertelegraphie und der Aerologie, begnügt man sich zur Charakterisierung der Luftfeuchtigkeit mit der sogenannten »relativen Feuchtigkeit«. In Verbindung mit Temperatur und Luftdruck kann man aus ihr wie aus jedem der anderen den Wasserdampfgehalt der Luft betreffenden Ausdrücke — wie Dampfspannung, Taupunkt, Mischungsverhältnis usw. — die übrigen Größen unzweideutig feststellen, und sie ist von diesen der charakteristischste. Die Psychrometertafeln — deren verbreitetste die in verschiedenen Ausgaben von Hann und Pernter wieder aufgelegte Jelineksche ist — enthalten aber außer relativer Feuchtigkeit auch Dampfspannung und haben schon dadurch für jeden, der nur die erstere braucht, eine unnötig große Ausdehnung.

Gerade die Psychrometertafel eignet sich aber in mancher Hinsicht besonders zur graphischen Darstellung. Die Raumersparnis ist dabei eine außerordentliche. Es wurde deshalb eine solche auf der Drachenstation der Deutschen Seewarte entworfen und von dem damaligen Hilfsarbeiter auf derselben — jetzt Oberlehrer in Heide — Herrn Dr. E. Aselmann ausgearbeitet. Diese jetzt in der Druckerei der Seewarte vervielfältigte Tafel hat eine Größe von 27 × 38 cm; sie reicht von + 38° C. bis — 24° C. und von 100 bis 16 % Feuchtigkeit. Sie läßt sich übrigens leicht durch einfache gerade Verlängerung der Linien auch auf noch höhere Temperaturen ausdehnen; bei tieferen kann man dem Psychro-

[1]) Die Arbeit »Transportversuche mit Chronometern« beschäftigt sich nur mit Beförderungsversuchen von Chronometern mittels Boot.

meter wohl keine Bedeutung mehr beilegen. Die Tafel enthält also fast den gesamten Inhalt der 77 Seiten 22—98 von Jelineks Tafel, und die der Raumersparnis wegen weggelassenen Temperaturen von 38°—40° bzw. die niederen Feuchtigkeitsgrade bei Temperaturen von 30°—38° kann sich jeder im Bedarfsfalle ergänzen. Die Genauigkeit ist dieselbe, nämlich Zehntelgrad und ganze Prozente.

Die Art, wie die Tafel entworfen und wie sie zu benutzen ist, ist die folgende. Ein herausgeschnittenes Stückchen der Tafel (siehe Figur) wird sie am besten erkennen lassen. Die Abszissen sind die Temperaturen, die Ordinaten die psychrometrischen Differenzen. Aber nur Weitsichtige werden es vorziehen, mit den letzteren zu rechnen. Für Kurz- und Normalsichtige ist ein schräges System von Linien gezogen, das die Temperaturen der feuchten Kugel unmittelbar gibt, so daß man die Subtraktion ebenso vermeidet wie in der Jelinekschen Tafel. Die Bezeichnung der Linien ist für feuchtes und trockenes Thermometer dieselbe; der Schnittpunkt beider Linien — der senkrechten und der stark geneigten — gibt die Feuchtigkeit, die an den schwach geneigten, gestrichelten Linien abgelesen wird: z. B. 20° und 18° gibt 81%, oder t = 20° und Diff. = 2° gibt dasselbe.



Die Haupttafel geht bis t = — 3° herab, im übrigen ist, wenn das feuchte Thermometer von Eis bedeckt ist, eine Nebentafel von größerem Maßstabe zu verwenden, die den auf der Haupttafel freigebliebenen Raum ausfüllt. In dieser Nebentafel sind die Feuchtigkeitskurven von 5 zu 5% gezogen, in der Haupttafel aber von 2 zu 2%; da die Temperaturlinien von 0.2 zu 0.2° fortschreiten, so ist in der Haupttafel die Ablesung, wenn man wie üblich nur ganze Prozente herausnimmt, durchweg einheitlich: die Striche geben die geraden Zahlen, die Mitten zwischen ihnen die ungeraden, ohne sonstige Interpolation.

Die Tafel ist, wie schon gesagt, auf zweierlei Gebrauch berechnet, je nach den Augen und nach den Gewohnheiten des Benutzers. Normal- und Kurzsichtige werden am besten tun, ein beliebiges Stück Papier mit geradem Rande mit der linken Hand von links an die gesuchte Vertikallinie heranzuschieben, die der Temperatur des trockenen Thermometers entspricht, dann die steil geneigte Linie des Standes des feuchten Thermometers von rechts oben her mit den Augen zu verfolgen, den Wert des gefundenen Schnittpunkts an den großen Zahlen im Innern der Tafel, die die Feuchtigkeit bedeuten, abzulesen und mit der freien rechten Hand das Ergebnis anzuschreiben. Da die Ablesung des feuchten Thermometers stets rechts von jener des trockenen zu finden ist, so liegt sie stets offen. Das Verfahren wird weniger ermüdend, wenn man jedem zweiten Grad des feuchten Thermometers einen leichten Farbenton gibt, um dem Auge das Verfolgen der schrägen Linien zu erleichtern.

Weitsichtige dagegen werden, namentlich wenn sie im Differenzenbilden geübt sind, statt des Stücks Papier das der Tafel beigegebene Papier-Lineal nehmen (durch eine Knickung an einem Ende hat es eine lose Führung an der Tafel), und den gesuchten Punkt an der Differenzenskala finden, in der 0.2° volle 3.6 mm einnehmen. Die schrägen Linien für das feuchte Thermometer werden bei dieser Methode einfach vernachlässigt. Mit Farbenton sind bei ihr die Feuchtigkeiten, von 10 zu 10% abwechselnd, anzulegen.

Bei der Berechnung der Tafel ist Dr. Aselmann in folgender Weise vorgegangen. Für die Temperaturen 35°, 30°, 25° C. usw. des trockenen Thermometers wurde für mehrere zugehörige Ablesungen des feuchten Thermometers jedesmal die relative Feuchtigkeit genau berechnet und in ein besonderes Koordinatennetz eingetragen; aus dieser vorläufigen graphischen Darstellung wurden die Prozentzahlen 90, 80, 70 usw. in die vorliegende Zeichnung ein-

Digitized by Google

getragen, so daß die Verbindung der zusammengehörigen Punkte dann die Zehnerprozentkurven ergab. Die dazwischenliegenden Prozentkurven wurden durch Interpolation erhalten. Es ist auf diese Weise ohne Zweifel ein völlig genügendes Maß von Genauigkeit erreicht.

Die erwähnten Berechnungen wurden ausgeführt nach der Formel

$$e'' = e' - A\,b\,(t - t'),$$

worin e'' = Dampfdruck z. Z. der Beobachtung, t = Lufttemperatur, t' = Temperatur des feuchten Thermometers, e' = Dampfdruck des gesättigten Wasserdampfs bei Temperatur t', b = Barometerstand und A = Psychrometerkonstante. Die Werte von e' sind den Tabellen von Landolt und Börnstein entnommen, und zwar bis zur dritten Dezimale; es sind dieselben Werte, die sich bis zur zweiten Dezimale in Jelineks Psychrometertafeln angegeben finden. Für den Barometerstand wurde $b = 755$ und A wurde $= 0.000800$ gewählt, entsprechend leichter Luftbewegung, beides wie bei Jelinek; also $A\,b = 0.604$. Für Temperaturen unter 0° ist A noch mit $\frac{600}{680}$ multipliziert, also $A\,b = 0.533$ genommen, gleichfalls wie in jener meistverbreiteten Tafel. Nicht berücksichtigt ist die geringe Veränderlichkeit von A nach der Größe von t', weil ihr Einfluß auf die relative Feuchtigkeit auch in extremen Fällen nicht $^1/_2$% übersteigt.

Die Tafel gilt also wie Jelineks Psychrometertafel für »leicht bewegte Luft«, wie sie in einem Thermometergehäuse, z. B. der englischen Hütte, durchschnittlich zu finden ist. Ein Vergleich der Ergebnisse beider Tafeln gibt in fast allen Fällen vollständige Übereinstimmung, nur ganz vereinzelt finden sich durch die Abrundung auf ganze Prozente Unterschiede von 1%; so z. B. zeigt sich unter den Zahlen für $t' = 25.0°$ einmal ein solcher bei $t = 34.0°$, wo unsere Tafel, entsprechend der obigen Formel, 45.7 = rund 46% ergibt, die Jelineksche aber 45%, weil die ausführlichere Formel nur 45.4% liefert. Die Abweichungen fallen vollständig innerhalb der Genauigkeitsgrenzen, die der Feuchtigkeitsbestimmung mittels des Psychrometers überhaupt gesteckt sind.

Eine zweite, ebenso angelegte Tafel für stark bewegte Luft ist gleichfalls von Dr. Aselmann fertiggestellt und kommt demnächst zur Vervielfältigung. Sie ist zum Gebrauch bei dem Assmannschen Aspirations-Thermometer bestimmt und mit der Konstante $A = 0.000656$ bzw. $A\,b$ (oberhalb 0°) $= 0.495$ berechnet.

Beide Tafeln werden durch den Buchhandel von G. Wolfhagen (G. W. Niemeyer Nachf.) in Hamburg bezogen werden können. W. Köppen.

2. **Zu der Abhandlung »Die Wärmeverhältnisse auf dem Dampferwege zwischen der Deutschen Bucht und New York, dargestellt in Isoplethen-Diagrammen«** (Heft III dieses Jahrganges, S. 110 ff., Tafeln 3 bis 5). Von befreundeter Seite werde ich darauf aufmerksam gemacht, daß auf Tafel 4 (Lufttemperaturen) die nicht durchgezogene, aber mit dem Auge leicht verfolgbare Linie des Eintrittes der niedrigsten Temperatur im Jahr von rund 40° W bis 20° W einen unwahrscheinlichen Verlauf zeigt, insofern sie mit dem Kartenrand, dem 15. Januar, zusammenfällt. Eine Prüfung des Materials ergibt in der Tat, daß hier eine Verbesserung am Platze ist, so daß das Minimum der Lufttemperatur etwa auf den 1. Februar fällt. Die nachstehende Tabelle wird es jedem ermöglichen, die Korrektur selbst auf Tafel 4 auszuführen; soweit der Vorrat der Sonderabzüge reicht, bin ich gern bereit, Interessenten ein für diese Stelle korrigiertes Exemplar der Tafel 4 zuzusenden.

Lufttemperatur °C.

	40° W-Lg.	35° W-Lg.	30° W-Lg.	25° W-Lg.	20° W-Lg.	15° W-Lg.	10° W-Lg.
1. Januar	8.0	9.3	10.0	10.6	11.0	10.8	9.8
15. Januar	7.2	8.8	9.6	10.1	10.3	10.2	9.4
1. Februar	7.0	8.7	9.3	9.5	9.7	9.5	9.3
15. Februar	7.5	9.0	10.0	10.2	10.0	9.8	9.5

Wenn man ein Stück des Diagramms über den unteren Rand hinaus doppelt zeichnet, wird man auf ein paar Schönheitsfehler aufmerksam, die man, um Knicke der Kurve am 15. Januar zu vermeiden, durch kleine, für die Interpolation unwesentliche Verschiebungen der Kurvenenden beseitigen kann. G. Schott.

3. **Die Eisverhältnisse der nördlichen Meere im Jahre 1907.**[1]) Aus der ausführlichen, mit Karten ausgestatteten Zusammenstellung der Eisnachrichten aus den nordischen Meeren für 1907, welche mit gewohnter Schnelligkeit vom Dänischen Meteorologischen Institut veröffentlicht werden, sei hier wieder ein Auszug gegeben, welcher möglichst große Übersichtlichkeit anstrebt.[2])

Kara-See. Ungünstige Eisverhältnisse; im Juli und August war es nicht möglich, auf diesem Wege die Mündungen der Sibirischen Flüsse zu erreichen, dies gelang erst im Verlauf des September. Kara- und Jugor-Straße eisfrei Ende August, Matotschkin-Straße schon zugänglich im Juli. Der Weg Nord um Nowaja Semlja war nicht befahrbar.

Barents-See. Im allgemeinen Eisverhältnisse günstig, da südlich von Franz-Josef-Land und in der Mitte der Barents-See die Eisgrenze ziemlich weit nördlich lag. Dagegen war die Bären-Insel bis Mitte Juni von Eis blockiert; auch war viel Eis zwischen dieser Insel und dem Südkap von Spitzbergen.

Spitzbergen. Hier sehr ungünstige Eisverhältnisse. Nordost-Spitzbergen war wie alle Jahre seit 1898 von Ost und Südosten unzugänglich; ferner waren jedoch die sonst im Laufe des Sommers eisfrei werdenden Sunde, wie Storfjord, Bel-Sund u. a., bis in den September hinein von Eismassen erfüllt, so daß die Schiffahrt hier nur mit sehr großen Schwierigkeiten möglich war. Beim Südkap Eis fast den ganzen Sommer hindurch. Nördlich von Spitzbergen normale Verhältnisse. Als Ursache für die ungünstigen Eisverhältnisse hier gelten die im Sommer 1907 vorherrschenden östlichen Winde, welche das Eis von Ost-Spitzbergen nach Westen verfrachteten.

Ost-Grönland. Die Breite des Eisgürtels war bis August normal, später etwas breiter wie gewöhnlich. Dagegen war das Eis sehr fest zusammengepackt, so daß die Verhältnisse für das Erreichen der Küste ungünstig waren. Mitte August gelang es einem Dampfer »Laura«, die Küste auf 75° N-Br. zu erreichen — das Schiff wurde jedoch später vom Eis besetzt und kam erst Ende September auf 69° N-Br., 17° W-Lg. frei —. Bei Angmagsalik lag selbst in der für diesen Punkt günstigsten Jahreszeit, dem September, ein etwa 40 Sm breiter Eisgürtel, dessen Eis so dicht gepackt war, daß es dem Dampfer »Godthaab« trotz zweimaliger Versuche nicht möglich war, Angmagsalik zu erreichen. Es ist dies seit dem Gründungsjahr der Handelsstation (1894) das erste Mal, daß das Eis das Anlaufen des Hafens gänzlich verhinderte.

Island. Küsten eisfrei mit Ausnahme der Zeit von Ende Januar bis Ende März, in diesem Zeitraum waren die Nord- und z. T. die Nordwest- und Nordostküste von Eis blockiert; die Schiffahrt war nur zeitweise behindert.

Nordatlantischer Ozean. Eisverhältnisse auf der Grönland-Route normal, jedoch wurden im April und September einige Eisberge ziemlich östlich auf 38° W-Lg. und 56 bis 59° N-Br. getroffen. Auf der Amerika-Route: Ende Februar Beginn der Drift, 25 Eisberge bei der Belle-Isle-Straße, welche im März und April durch von Norden triftendes Eis blockiert blieb. Während dieser Monate große Mengen von Eisbergen und Treibeis auf der Neufundlandbank bis $42^1/_2$° N-Br. und östlicher wie normal. Im Mai, Juni Eisberge bis 31°—32° N-Br. und 42° W-Lg.; viele Eisberge längs der Küste von Labrador. August—September starke Abnahme der Eistrift.

Hudson- und Davis-Straße. Bis Mai Südwestküste Grönlands normale Verhältnisse, so daß die Schiffahrt zu den nördlichen Kolonien ungehindert war. Sehr ungünstige Eisverhältnisse aber in der Davis-Straße, wo im Frühling schwere Massen gebrochenen Wintereises südwärts gingen und die Schiffahrt dicht an

[1]) Nach: Isforholdene i de arktiske Have 1907. S. A. aus »Danske meteorologiske Instituts nautisk-meteorologiske Aarbog«.

[2]) Vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1904 S. 240, 1905 S. 182, 1907 S. 529.

die grönländische Küste hinan zwangen. Im Juni und Juli trieb das Packeis, infolge reichlicher Zufuhr von der Ostküste, bis nördlich von Godthaab und lag noch im August und September hier als schmaler Eisgürtel. Hudson-Straße normale Eisverhältnisse, Juli viel abtreibendes Eis, August fast eisfrei.

Baffin-Bai. Kap York wurde am 10. Juni erreicht, in der Melville-Bai lag zu dieser Zeit schweres Wintereis — auch an der Westseite ziemlich viel Eis, jedoch passierbar —, im allgemeinen normale Verhältnisse.

Beaufort- und Bering-See. Nur spärliche Nachrichten, Eisverhältnisse ziemlich normal.

Faßt man die Einzelangaben über die Eisverhältnisse in den verschiedenen Gebieten zusammen, so kann man folgendes feststellen: Das Jahr 1907 ist sowohl für die grönländischen Gewässer wie auch für die Labradorströmung ein eisreiches Jahr gewesen. Sehr ungünstig waren die Verhältnisse auch bei Süd-Spitzbergen, während bei Island den ganzen Sommer kein Eis anzutreffen war. Dies ist eine Ausnahme, da als Regel im allgemeinen gelten kann, daß wenn im ostgrönländischen Eisstrom und bei Spitzbergen viel Eis vorhanden ist, auch die isländischen Gewässer unter Eis zu leiden haben. — Die Prognose für 1907 lautete günstig für die grönländischen Küsten, ungünstig für den Labradorstrom. Daß die erste Hälfte der Prognose nicht eingetroffen ist, dürfte auf die anomalen Witterungsverhältnisse des Jahres 1907 zurückzuführen sein, welche für Nordwesteuropa denen der Jahre 1881 und 1888 ähnelten.

Die Prognose des Dänischen Meteorologischen Instituts für 1908 lautet: Aus dem Eisreichtum an der grönländischen Ostküste während des Herbstes 1907 kann mit einiger Bestimmtheit der Schluß gezogen werden, daß ziemlich beträchtliche Eismassen im Jahre 1908 an der Südwestküste Grönlands zu erwarten sind.

W. Brennecke.

4. **Gestirnshöhen ohne Horizont.** In den »Proceedings of the United States Naval Institute« 1907, S. 955, berichtet Herr Fiske, Captain in the U. S. Navy, über Messungen von Gestirnshöhen bei unsichtbarem Horizont. Da der Bericht einiges Interesse haben dürfte, soll das wichtigste hier mitgeteilt werden:

„Am 2. August 1907 steuerte das Kriegsschiff »Arkansas« mit den anderen Schiffen des Übungsgeschwaders längs der Küste auf mw. N $^1/_4$ O-Kurs, um die Seguin-Insel an der Mündung des Kennebec-Flusses in Sicht zu laufen. Die Schiffe befanden sich seit 16ᵸ nach der Abfahrt von Block Island in dichtem Nebel. Gegen 10ᵸ 30^{min} N. lichtete sich der Nebel etwas; um 10ᵸ 35^{min} war es klar genug, um die Positionslichter der Schiffe »Florida« und »Olympia« zu erkennen. Der Himmel war wolkenlos, viele Sterne waren sichtbar, vom Horizont war nichts zu sehen.

Mit einem Stadimeter wurde der Abstand von diesen beiden Schiffen bestimmt. Dann steuerte man so, daß die Hecklichter der »Florida« und der »Olympia« nacheinander gerade unter dem Nordstern peilten, und maß nun die Höhe des Nordsterns über den Hecklichtern bei einem Abstande von 500 Yards von der »Florida« und von 1000 Yards von der »Olympia«.

Durch Rechnung ergab sich die Breite des Schiffsortes zu 42° 43′ und 42° 46′.

Um 1ᵸ 30^{min} V. lotete man etwa 55 m Wasser auf der Platts-Bank, wodurch man den Schiffsort auf 1 Sm genau erhielt. Man rechnete von da rückwärts und fand, daß sich die »Arkansas« bei der Beobachtung des Nordsterns auf 42° 45.5′ befunden hatte.

Am folgenden Vormittage (3. August) lag die »Arkansas« vor der Mündung des Kennebec vor Anker. Die Sonne schien völlig klar, der Nebel war aber so dicht, daß das Boot (dinghy), das als Kimmarke benutzt wurde, nur 173 Yards sichtbar war. Man machte gegen Mittag Breitenbestimmungen und fand die Breite zu 43° 46′ und 43° 47′, während man später, als der Nebel aufklarte, nach Peilungen von der Seguin-Insel die Breite zu 43° 42.25′ fand. Der Fehler in der Breite betrug also im Mittel 4.25′. Da die Sonnenhöhen gut gemessen waren, beruht der Fehler in der Breite wahrscheinlich auf dem fehlerhaften Abstande vom

Digitized by Google

Boote, denn bei so geringem Abstande würde ein Fehler im Abstande großen Einfluß auf die Kimmtiefe ausüben.

Am 5. August nachmittags, als die »Arkansas« bei Bath vor Anker lag, machte man Längenbestimmungen. Ein großes Boot wurde nach der Sonne zu ausgeschickt. Der Beobachter an Bord mußte zur selben Zeit die Sonnenhöhe messen, während der der Beobachter im Boote mit dem Stadimeter den Abstand vom Schiffe maß. Wegen des starken Gezeitenstromes konnte das Boot nur schwer auf demselben Fleck gehalten werden. Da der Abstand gering war, etwa nur 155 Yards, zog man die Sonnenhöhen nicht zu einem Mittel zusammen, sondern berechnete aus jeder Höhe die zugehörige Länge. Man erhielt 69° 53′ W, 69° 45′ W, 69° 51′ W, 69° 47′ W, im Mittel 69° 49′ W. Nach der Karte war die genaue Länge 69° 48.6′ W.

Kapt. Fiske glaubt, daß diese Methode bisweilen für Schiffe in Geschwaderverbänden nachts, wenn Sterne sichtbar sind, nützlich sein kann. Alles was der Geschwaderchef zu tun hat, ist: einem Schiffe den Auftrag zu geben Höhen zu messen. Dies Schiff muß dann nach einem Punkte laufen, von wo es ein anderes Schiff des Geschwaders gerade unter dem Mond, einem Stern oder einem Planeten peilt, und die Höhe des Gestirns über einer passenden Linie (oder Punkt) dieses Schiffes messen. Im Bedarfsfalle kann man noch die Höhe eines anderen Gestirns messen lassen, so daß man zwei sich möglichst unter einem rechten Winkel schneidende Standlinien erhält." A. Wedemeyer.

5. **Unzuverlässigkeit gewöhnlicher akustischer Nebelsignale.** Im Meteorologischen Tagebuche des Argodampfers »America«, Kapt. W. Strunck, berichtet der II. Offizier Herr W. Bette: »Auf einer Reise von Savannah nach Galveston befanden wir uns bei trübem Wetter und diesiger Luft am 20. Dezember 1907 nach der Logge auf 28° 44′ N-Br, in 93° 24′ W-Lg. und suchten bei beständigem Loten das Heald Bank-F-Sch. anzusteuern. Auf nordwestlichen Kursen bekamen wir es um $3^h\ 20^{min}$ N. auf 5 bis 6 Sm Entfernung 2 Strich an B-B. voraus in Sicht und hörten gleichzeitig etwa 3 bis 4 Strich an B-B. Nebelsignale, von denen wir zuerst glaubten, sie kämen von einem Schiffe, das wir nicht sehen könnten. Aus der gleichmäßigen Aufeinanderfolge der Signale merkten wir indessen bald, daß es die Signale des Feuerschiffes waren. Als wir dieses nun recht vorausgebracht hatten, vernahmen wir die Signale noch einige Minuten lang deutlich an St-B., dann hörten sie plötzlich auf, und wir nahmen an, das Feuerschiff habe seine Nebelsignale eingestellt. Als wir uns dann dem Feuerschiffe auf 2 bis 3 Sm genähert hatten, sahen wir an dem vom Nebelhorn des Feuerschiffes aufsteigenden Dampf, daß man dort unausgesetzt Signale gab, wir konnten sie jedoch weder von der Brücke noch von einem andern Punkte des Decks hören, und erst als wir uns dem Feuerschiffe auf etwa 1 Sm genähert hatten, vernahmen wir anfangs weit von St-B. einen dumpfen Ton, der allmählich deutlicher, aber erst beim Passieren des Feuerschiffes in weniger als $^1/_2$ Sm Entfernung klar vernommen wurde. Nachdem das Feuerschiff passiert war, hörten wir seine Nebelsignale unausgesetzt bis auf etwa 5 Sm Entfernung.« Der Wind war z. Zt. SO 5, Barometer 29.9 mm, Luftwärme 17.6° C., Wasserwärme 16.6° C. Rcke.

6. **Schwefelhaltige Eruptionen auf See.** Wie der amerikanischen Zeitschrift »Shipping Illustrated« aus Vera Cruz in Mexiko gemeldet wird, haben einige in dem dortigen Hafen von Havana und Progreso angekommene Kapitäne über eine sonderbare Naturerscheinung berichtet, die sie an der Küste von Yukatan in der Nähe von Progreso beobachtet haben. Etwa 8 Sm von der Küste entfernt gelangten sie in einen Strich, wo das Wasser eine gelbliche Farbe hatte, dessen Grenzen sich von der natürlichen Farbe des Meeres deutlich abhoben. Der Strich erstreckte sich, so weit das Auge reichen konnte, von Osten nach Westen, und ungeheuere Mengen toter Fische trieben auf der Wasseroberfläche und verbreiteten einen unerträglichen Geruch. Der Strand war bei dem Hafen von Progreso von Millionen toter Fische bedeckt, die die See dort angespült hatte. Allem Anschein nach haben sich auf der Reede von Progreso am Meeresboden Veränderungen vollzogen, da die Wassertiefe an einigen Stellen, wo früher

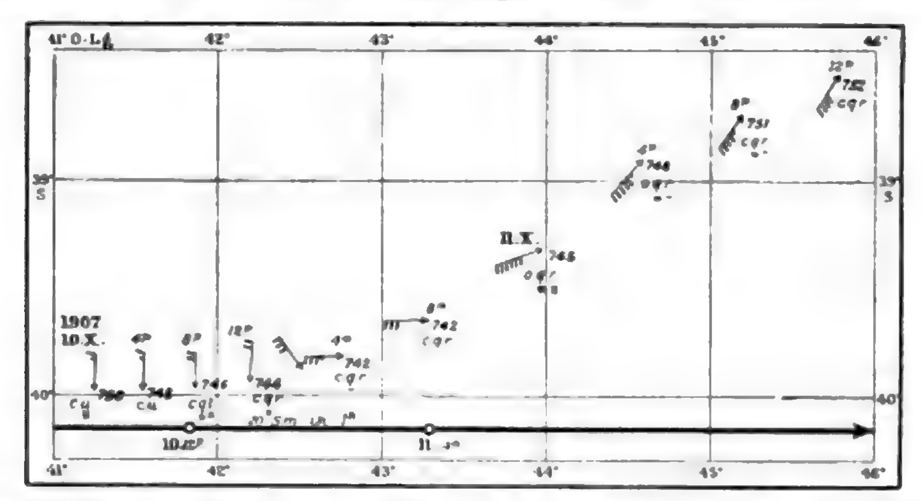
Digitized by Google

6 Faden vorhanden waren, nur noch $4^{3}/_{4}$ Faden beträgt. Zweifelsohne sind die Bodenveränderungen darauf zurückzuführen, daß in der Nähe vulkanische Eruptionen stattgefunden haben, so daß die Schiffe bei Annäherung an den Hafen und in der Nähe der Küste mit großer Vorsicht navigieren und die Wassertiefe beständig durch Lotungen kontrollieren müssen. Der dritte Offizier Bethell, des am 1. Oktober 1907 in Progreso angekommenen Dampfers »Sokoto«, Kapitän Ommaney, berichtete darüber folgendes: Als wir uns dem Hafen näherten, und während wir dort vor Anker lagen, sahen wir Tausende toter Fische auf der Wasseroberfläche treiben und bemerkten, daß das Wasser, welches für gewöhnlich so klar ist, daß man den Meeresboden deutlich sehen kann, eine dunkelgraue Farbe hatte. Durch die Umdrehungen der Schiffsschraube wurde ein dunkelgelber Schlamm aufgewühlt, was ebenfalls als eine ganz außergewöhnliche Erscheinung betrachtet werden muß. Ferner machte sich bald mehr bald weniger ein schwefelartiger Geruch bemerkbar; außerdem war es auffallend, daß keine Fische sichtbar waren, die sich sonst immer in großen Mengen in der Nähe des Schiffes aufhielten. Während unseres viertägigen Aufenthaltes dort zeigte sich nicht einmal ein Haifisch. Als wir den Anker lichteten, fanden wir ihn und die Kette mit einer schwarzen Substanz bedeckt, die wie Kohlenteer aussah und einen sehr unangenehmen Geruch hatte. E. M.

7. **Rettungsgeschosse auf See.** Eine interessante Neuerung auf dem Gebiete der Rettungsgeschosse zur Herstellung einer Verbindung zwischen in Not befindlichen Schiffen und dem Lande oder zwei Schiffen auf See bei Bergungsfällen, ist dem englischen Kesselschmied A. J. Macleod vor kurzem patentiert worden. Der Erfinder ist von dem Gesichtspunkt ausgegangen, daß das Abfeuern der Geschoßleinen mit Pulver oder sonstigen Explosivstoffen sehr viele Nachteile hat und daher auf den Gedanken gekommen, zu diesem Zwecke eine mit Luftdruck arbeitende Kanone zu konstruieren. Die von ihm erfundene Kanone ist stark genug, um das Geschoß mit der Verbindungsleine je nach den Verhältnissen $^{3}/_{4}$ bis 1 Sm weit zu tragen. Das Geschoß besteht aus einem hohlen Kupferzylinder und wird vermittels eines an der Kanone angebrachten Hebels, der den Luftdruckmechanismus in Funktion setzt, abgeschossen. Am Rande des Zylinders sind zwei, eins auf jeder Seite, dünne, sehr biegsame Drahttaue von einigen Fuß Länge befestigt, deren Enden bei einer Kausch, an der die dünne Geschoßleine befestigt wird, miteinander verbunden sind. Um das Herannahen des Geschosses besser bemerkbar zu machen, ist dasselbe einerseits mit einer dünnen, in eine phosphoreszierende Flüssigkeit getauchten Gummischicht belegt, so daß es im Dunkeln leuchtet, andererseits an seiner Spitze eine Vorrichtung angebracht, die bei der Bewegung durch die Luft einen laut pfeifenden Ton von sich gibt. Im Falle eines Versagens treibt der hohle Geschoßkörper auf der Wasseroberfläche und kann daher von Bord aus mit Leichtigkeit wieder eingeholt werden. Wenngleich die Kanone auch in der bisher üblichen Weise auf dem Brückendeck oder einem anderen den Umständen entsprechend passenden Teile des Schiffes angebracht werden kann, ist der Erfinder doch der Ansicht, daß dieses nicht zweckmäßig ist, und macht daher den sehr beachtenswerten Vorschlag, auf den Masten der großen Handelsdampfer eine kreisförmige stabile Mars, ähnlich wie die Gefechtsmars der Kriegsschiffe, anzubringen und die Kanone dort so zu montieren, daß sie nach allen Richtungen hin lenkbar ist. Abgesehen davon, daß es dadurch leichter wird, das Geschoß nach der richtigen Stelle zu lenken, würde ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens darin bestehen, daß sich die Befestigung der Verbindungstrosse an einer hoch über dem Schiffsrumpf liegenden Stelle des Mastes leichter bewerkstelligen läßt. Um die Idee in vollem Umfange nutzbar zu machen, müssen natürlich Einrichtungen getroffen werden, um gegebenenfalls die Passagiere herauf zu befördern. In diesem Punkte dürfte es sich u. a. empfehlen, an der Mars mit Scharnieren versehene, herunterklappbare Grätings zu befestigen, die als Plattform dienen können. E. M.

8. **Ein Orkan in 40° S-Br., 42° O-Lg.** Der 2. Offizier, Herr Thiel, des Schulschiffes »Fürst Bülow«, Kapt. Mosel, übersandte der Deutschen Seewarte einen — hier gekürzten — Bericht nebst Skizze über einen Orkan, den der

Segler am 10. und 11. Oktober 1907 auf der Reise von Rio nach Batavia durchmachte. Am 7. Oktober in 39° S-Br., 34° O-Lg. zeigten die Wolken bei Sonnenaufgang eine kupferrote Färbung, bei schönem Wetter und leichten östlichen Winden und 767 mm Luftdruck. — Am 8. holte der östliche Wind nördlicher mit langsam fallendem Barometer, 762 mm. Abends schob sich eine schwere Wolkenbank in SW östlich vorwärts, und die Luft bekam ein schmutziges, schlechtes Aussehen. — Am 9. in 40° S-Br., 38° O-Lg. bei N 3 war das Barometer auf 758 mm gefallen. Nachmittags trat Regen auf und nachts Blitzen. — Am 10. Oktober nahm die im NW dunstige Luft ein so drohendes Aussehen an, daß mittags alle Segel bis auf die Untermarssegel festgemacht wurden. Zeitweise traten Regenschauer auf; die Wolken zogen von NW; abends traten schwere



Böen aus WNW auf, bei starkem Blitzen und drohender Luft, Wind N 4. Nachdem der Wind dann auffrischend bis 4h V. am 11. nach W gegangen war, blieb der Luftdruck bis 8h V. auf dem tiefsten Stande, 742 mm. Bei steigendem Barometer wehte es dann um 10h W 11, um 11h WSW 12 bei heftigem Regen, so daß platt vor dem Winde gelenzt wurde. Um $11^1/_2$h ging der Wind auf SW 11, es klarte etwas auf, und das Wetter wurde allmählich besser. Unter der Annahme einer östlichen Bahn und einer fortschreitenden Geschwindigkeit der barometrischen Depression von 20 Kn. war das Schiff von 2h bis 4h V. in nächster Nähe der Mitte der Depression. Wie meist in diesen Breiten, waren die Gradienten an der Ostseite der Depression flach (mäßige N-Winde bis 12h N. am 10.), etwas steiler an der Nordseite (W 7 bis 8), schließlich außerordentlich steil an der Nordwest- und Westseite (WSW 12).

9. **Wasserhose.** Der erste Offizier des N. D. Lloyd D. »Ranee«, B. Pagenstecher, berichtet über eine Wasserhose, wie folgt:

»Am 29. Dezember 1907 von 10^{57}h V. bis 11^{10}h V. (Straits times), auf 2° 50′ N-Br. und 100° 58′ O-Lg., hatte ich Gelegenheit, eine Wasserhose auf knappe Schiffslänge Entfernung zu beobachten, während gleichzeitig noch mehrere ähnliche auftraten.

Wind: Nord, Stärke 1/2. Schaurig bewölkter Himmel und fast ruhige See.

Das Schiff passierte in Lee der Erscheinung.

Die Gestalt der Hose war die gewöhnliche, rüsselförmige. Oben in den Wolken weiter, sich nach unten zu allmählich verjüngend. Ich schätze den Durchmesser der Röhre an der Oberfläche des Meeres auf 6 m. Die Form einer anderen, gleichzeitig auftretenden Hose war nicht so einfach wie die der zuerst beobachteten. Bei derselben schienen sich nämlich in halber Höhe, um den Schlauch herum, feine weiße Wasserstaubwölkchen gebildet zu haben, die an der Hose saßen wie Pilze an einem Baum. Die Entfernung war leider eine zu große, als daß ich nähere Angaben über diese Erscheinung machen könnte.

Die Farbe der Hose war in den Wolken eine dunklere und wurde nach unten zu immer heller. Die Hose blieb jedoch immer durchsichtig. Auch waren die Ränder der Hose bedeutend heller als der innere Teil.

Die Hose entstand zunächst oben, wenigstens war der obere Teil zuerst wahrzunehmen, wie auch beim Aufhören der Hose der untere Teil derselben schon lange nicht mehr zu sehen war, während der obere Teil noch unverändert fortbestand.

Eine Eigenbewegung hatte die Hose nicht. In dem Schlauch selbst strebten ungezählte Wassertröpfchen, und zwar diejenigen, welche sich in dem inneren Teil befanden, mit rasender Geschwindigkeit nach oben hin, während das Wasser an den Seiten der Hose nicht mit fortgerissen wurde, sondern eher still zu stehen schien, wenn es sich nicht gar langsam nach unten zu bewegte. Wo das Wasser an den Öffnungen des Rüssels, unten und oben, abblieb, konnte ich nicht feststellen.

An der Meeresoberfläche, da, wo dieselbe mit der Röhre in Verbindung stand, stand ein heftiger Wirbelwind, linksdrehend und das Wasser peitschend, so daß das Wasser zu brodeln schien und der Staub etwa 5 m hoch gejagt wurde. Der Durchmesser des Feldes des Wirbelwindes war etwa 10 m.

An Bord blieb die Brise beim Passieren der Wasserhose unverändert. Auch war kein absonderliches Geräusch wahrzunehmen. Vögel kreisten auch unbeschadet um den oberen Teil der Erscheinung herum.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Bossen, P. u. Mars, D.: **Plaatsbepaling op Zee.** 8°, 211 S. Groningen 1908. P. Noordhoff. Preis 3.00 *M.*

Das vorliegende Buch über Ortsbestimmungen auf See bildet eine Ergänzung zu den »Zeevaartkundige tafelen voor het Engelsche Kanaal, de Noordzee enz.«. Der Stoff ist auf sieben Abschnitte verteilt; die ersten fünf umfassen die notwendigen Kenntnisse für kleine Fahrt, während die letzten beiden Abschnitte auch weitergehenden Ansprüchen genügen.

Der erste Abschnitt behandelt nach einigen einleitenden Bemerkungen über den Zweck der Nautik die Einteilung der Erdoberfläche und in ausführlicher Weise das Verwandeln der Kurse, die Loggrechnung und Besteckrechnung. Im zweiten Abschnitt werden Einrichtung und Gebrauch der Seekarten erklärt, im dritten die Gezeiten, die Berechnung von Hoch- und Niedrigwasser sowie das Reduzieren von Lotungen auf die Tiefenangaben der Karten. Der vierte Abschnitt führt uns in die astronomischen Grundbegriffe ein und erläutert den Gebrauch des Almanachs. Im fünften Abschnitt wird eine ungefähre Zeitbestimmung durch Beobachtung von Sonnenauf- und -untergängen gegeben; er handelt außerdem vom Kompaß, seiner Aufstellung an Bord und von der Bestimmung seiner Ablenkung, sowie vom Oktanten und seiner Behandlung, vom Beschicken der gemessenen Höhen auf die wahren Höhen und von der Bestimmung der Breite durch obere Meridianpassagen. Im sechsten Abschnitt wird übergegangen auf genauere Zeitbestimmungen durch Sonnenhöhen und auf Deviationsbestimmungen durch Sonnenazimut. Dazu kommen Mitternachtsbreiten, Neben- und Außenmittagsbreiten. Als Anhang treten im siebenten Abschnitt zu dem Vorhergehenden die Ortsbestimmungen mit Hilfe des Chronometers. Besonders sind auch die Standlinien an dieser Stelle berücksichtigt. Angefügt sind noch Tafeln zum Verwandeln von engl. Fuß in Meter, zur Abstandsbestimmung in der Kimm auftauchender Gegenstände und zur Reduktion von Lotungen auf Niedrigwasser-Springtide. Zum Schluß sind die Lösungen der vorkommenden Aufgaben gegeben.

Das Buch ist infolge seiner übersichtlichen Anordnung und seines reichen Aufgabenmaterials sehr zum Selbststudium geeignet; besondere Vorkenntnisse sind dazu nicht erforderlich. C.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Berlin, Kgl. Preuß. Meteorol. Institut: *Bericht über die Versammlung des Internationalen Meteorologischen Komitees. Paris 1907.* 8°. 75 S. Berlin 1908. Behrend & Comp. 3.00 *M.*

Rijckevorsel, E. van: *Konstant auftretende sekundäre Maxima und Minima in dem jährlichen Verlauf der meteorologischen Erscheinungen.* In 4 Abteilungen. Fol. 89, 15 u. 24 S. Rotterdam 1905 u. 1907. W. J. van Hengel. 10.75 *M.*

Freybe, O.: *Klima- und Witterungskunde.* (Bd. 10 d. Bibliothek d. gesamten Landwirtschaft.) 8⁰. 71 S. Hannover 1908. M. Jänecke. Gebd. 1.10 *M.*

Meeres- und Gewässerkunde.

Thoulet, J.: *Précis d'analyse des fonds sous-marins actuels et anciens.* 8⁰. XIV, 220 p. Paris 1907. R. Chapelot & Comp. 5.00 *M.*

Thoulet, J.: *Instruments et opérations d'océanographie pratique.* 8⁰. VI, 186 p. Paris 1908. R. Chapelot & Comp. 5.00 *M.*

Reisen und Expeditionen.

Hassert, K.: *Die Polarforschung. Zur Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart.* 2. Aufl. (Aus Natur u. Geisteswelt.) 8⁰. 155 S. Leipzig 1908. B. G. Teubner. 1 *M.*

Dinse, P.: *Die Anfänge der Nordpolarforschung und die Eismeerfahrten Henry Hudsons.* (H. 2, II. Jahrg. d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 28 S. Berlin 1908. Mittler & Sohn. 0.50 *M.*

Fischerei und Fauna.

Woltereck, R.: *Tierische Wanderungen im Meere.* (H. 3. II. Jahrg. d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 44 S. Berlin 1908. Mittler & Sohn. 0.50 *M.*

Gruvel, A.: *Les pêcheries des côtes du Sénégal et des rivières du sud.* 8⁰. 245 S. Paris 1908. A. Challamel. 8.50 *M.*

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Fischer, Th.: *Die Seehäfen von Marokko.* (H. 1. II. Jahrg. d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 43 S. Berlin 1908. Mittler & Sohn. 0.50 *M.*

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Laas, W.: *Die großen Segelschiffe, ihre Entwickelung und Zukunft.* 8⁰. IV, 127 S. Berlin 1908. Jul. Springer. 6.00 *M.*

Herner, H.: *Die Theorie des Schiffes.* (VII. Bd.: Der Grundriß des Maschinenbaues, herausgegeb. von E. Immerschitt.) 8⁰. 285 S. 158 Abbild. Hannover 1908. M. Jänecke. 11.80 *M.*

G. Bauer: *Berechnung und Konstruktion der Schiffsmaschinen und -Kessel.* Ein Handbuch z. Gebrauch für Konstrukteure, Seemaschinisten und Studierende. 3. Aufl. 8⁰. IV, 820 S. 623 Illustr., 27 Tafeln u. viele Tabellen. München u. Berlin 1908. R. Oldenbourg. 24 *M.*

Verschiedenes.

Koch, P.: *Vierzig Jahre Schwarz-Weiß-Rot.* (H. 4.: II. Jahrg. d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 29 S. Berlin 1908. Mittler & Sohn. 0.50 *M.*

Plüddemann, Kontre-Admiral z. D.: *Die Laufbahnen i. d. Kaiserl. Marine. Verhältnisse, Einkommen und Aussichten in den verschiedenen Dienstzweigen der Marine.* 8⁰. 48 S. Minden 1908. W. Köhler. 0.75 *M.*

Reichs-Kolonialamt: *Medizinal-Berichte über die deutschen Schutzgebiete Deutsch-Ostafrika, Kamerun, Togo, Deutsch-Südwestafrika, Neu-Guinea, Karolinen-, Marschall-Inseln u. Samoa f. d. Jahr 1905/06.* III, 440 S. m. 4 Skizzen im Text u. 2 Plänen. Berlin 1907. Mittler & Sohn. Gebd. 7.50 *M.*

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Zur Theorie der Luftdruckschwankungen. P. Jaerisch. »Mitteil. d. Math. Gesellsch. Hamburg«, Bd. IV, Heft 3.

Über eine erste Annäherung zur Vorausberechnung synoptischer Wetterkarten. F. M. Exner. »Meteorol. Ztschr.« 1908, Febr.

Recherches sur la périodicité des phénomènes météorologiques à Bruxelles. M. H. Arctowski.

The velocity of centers of high and low pressure in the United States. C. F. von Herrmann. »Wash. Month. Weath. Rev.« 1907, April.

Recherches sur les courants les plus bas de l'atmosphère au-dessus de Paris. F. Åkerblom »Nova Acta. Soc. Scient. Upsaliensis«. Ser. IV, Vol. 2 No. 2.

Action of a horizontal air current upon a vertical whirlwind. B. Brunhes. »Wash. Month. Weath. Rev.« 1907 April.

The »southwest« or »wet« chinook. H. Buckingham sr. Ebenda.

The »dry« chinook in British Columbia. R. T. Grassham. Ebenda.

The wet and dry chinooks. Ebenda.

The hurricane of 1867 in the Bahamas. Ebenda.

The relation of the movements of the high clouds to cyclones in the West Indies. J. T. Quin. Ebenda, 1907 Nov.

L'étude de nuages. J. Vincent. »Ciel et Terre« 1908, Mars 16.

Meteorologische Drachenaufstiege in Samoa. F. Linke. »Nachricht. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. Göttingen. Math. physik. Kl.« 1906.

The meteorological results of the »Scotia« Expedition. A review. »Geogr. Journal« 1908 March.
A proposed new method of weather forecasting by analysis of atmospheric conditions into waves of different lengths. H. H. Clayton. »Wash. Month. Weath. Rev.« 1907 April.

Meeres- und Gewässerkunde.

Recherches océanographiques faites dans la région littorale de Concarneau pendant l'été 1907. R. Legendre. »Bullet. Instit. Océanograph. Monaco« No. 111.
Observations de température des eaux marines arctiques faites pendant les campagnes du Yacht »Princesse-Alice« (1906—07). J. Richard. Ebenda No. 112.
Per la terminologia dei fondi oceanici. G. Ricchieri. »Bollet. Soc. Geogr. Ital.« 1908 Marzo.
Vergleichende Zusammenstellung der Hauptseichesperioden der bis jetzt untersuchten Seen mit Anwendung auf verwandte Probleme. »Peterm. Mitteil« 1908 II.

Reisen und Expeditionen.

Dalle Antille alle Guiane e all'Amazzonia, note intorno al viaggio della R. Nave »Dogali«, del comandante, capitano di fregata G. Ronca. (Contin. e. fine.) »Bollet. Soc. Geogr. Ital.« 1908 Marzo.
Arctic exploration. I. »Naut. Magaz.« 1908 March.
In search of an arctic continent. A. H. Harrison. »Geogr. Journal« 1908 March.
To the North Magnetic Pole and through the Northwest Passage. R. Amundsen. »Annual Report. Smithsonian Instit.« 1906.

Fischerei und Fauna.

Il presente e l'avvenire della pesca in Italia. D. Vinciguerra. »Rivista Maritt.« 1908 Febbraio.
Rapport sur les recherches scientifiques intéressant l'industrie des pêches effectuées au laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer en 1906. M. L. Fage. »Revue marit.« 1908 Janvier.
De Garnalenvisscherij in Nederland. P. J. van Bremen. »Mededeel. over Visscherij« 1908 Febr.
Die Hydroiden des Sibirischen Eismeeres, gesammelt von der russischen Polar-Expedition 1900—1903. E. Jäderholm. »Bullet. Acad. d. Sciences, Petersburg« 1908 No. 4.
Description de deux nouvelles espèces d'amphipodes des parages de Monaco. Ed. Chevreux. »Bullet. Instit. Océanograph. Monaco« No. 113.

Physik.

On the factors serving to determine the direction of sound. T. J. Bowlker. »Philosoph. Magaz.« 1908 March.
La direction du son et l'oreille. »Ciel et Terre« 1908 Mars 16.
Sur la relation entre les ombres volantes et la scintillation. Cl. Rozet. »Comptes rendus« T. CXLVI No. 7.
Influence de la lumière solaire sur le dégagement et sur l'orientation des molécules gazeuses en dissolution dans l'eau de mer. R. Dubois. »Comptes rendus« T. CXLVI No. 8.
Geschichtliches zur Erfindung der Thomsonschen Kompaßrose. H. Meldau. »Hansa« 1908 Nr. 9.
Méthodes nouvelles et précises de mesure de la déviation des compas à bord des navires. M. Ripoll. »Revue marit.« 1908 Janvier.
Kompasafwijkingen veroorzaakt door plaatselijke magnetische storingen. S. Mars. »De Zee« 1908 Mart.
Messungen des Ionengehaltes und der Radioaktivität der Luft auf dem Großen Ozean. F. Linke. »Nachricht. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. Göttingen. Math.-physik. Kl.« 1906.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Über eine Abänderung des Fortinschen Barometers. J. Liznar. »Meteorol. Ztschr.« 1908 Febr.
Neuer Druckanemograph von Rohrdanz. M. M. Rykatschew. »Ztschr. f. Instrkd.« 1908 Febr.
Hygrometers without calculation. »Symons Meteorol. Magaz.« 1908 March.
Über das Psychrometer. I. Nils Ekholm. »Arkiv f. Matemat. Astron. & Fysik« Bd. 4 No. 15.
Ein Vergleich der Aufzeichnungen meines Regenautographen mit denen des Hellmannschen und Sprungschen Apparates. W. Gallenkamp. »Das Wetter« 1908 H. 2.
Décimalisation du temps. »Revue chronométr.« 1908 Febr.
The Ourdan engraving machine. C. H. Claudy. »Scientific Americ.« 1908 March 14.
Über die Sprungsche Vereinfachung meines Regen-Auffangapparates und über einen neuen Regenautographen. W. Gallenkamp. »Ztschr. f. Instrkd.« 1908 Febr.

Terrestrische und astronomische Navigation.

Midd. tijd Greenwich door Maanshoogte. »De Zee« 1908 Mart.
Über die Herstellung von Seekarten und ihre laufende Berichtigung. »Mar. Rundschau« 1908 Hft. 3.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Illuminação de Canal de S. Roque. »Rev. Marit. Brazil« 1908 Janeiro.
Hawaii- oder Sandwichinseln (Honolulu, Kahului); Totoralillo, Valparaiso, Lota (Chile); Rotumah-Insel; Nurakita- od. Sophia-Insel; Gavutu-Hafen (Salomons-Inseln); Luf Atoll (Hermit-Inseln). »Der Pilote« 1908 Heft 45.

Digitized by Google

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Signalverkehr zwischen Krieg- und Handelsschiffen. E. Moll. »Mar. Rundschau« 1908 Heft 3.
Signaux phoniques sous-marins. »Ciel et Terre« 1908 Mars 16.
Rettungsmaßregeln auf Passagierdampfern bei einer Katastrophe. »Hansa« 1908 Nr. 10.
Wrecks and rocket apparatus. Firing from the ship — not from the shore. A. E. Moyser. »Naut. Magaz.« 1908 March.
Bunkerbrand auf Dampfer »Schwaben«. »Hansa« 1908 Nr. 9.
Electricity and navigation. III. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 March.
Les applications de la télégraphie sans fil dans la marine de commerce. S. Jourdan. »La Nature« 1908 Mars 14.
Explosion auf dem Dampfer »Neuenstein« (Seeamt Hamburg). »Hansa« 1908 Nr. 12.
Sur la diminution du roulis des navires. V. Crémien. »Compte rendus« Tome CXLVI, No. 6.
Shall we return to the sailing ship? II. G. E. Hopcroft. »Naut. Magaz.« 1908 March.
Rentabilität von Motoranlagen für große Segelschiffe. W. Laas. »Hansa« 1908 Nr. 11 u. 12.
Zeilschepen met hulpstoomvermogen of met motoren. »De Zee« 1908 Maart.
Die Anfänge des Dampfschiffs. R. Hennig. »Himmel u. Erde« 1908 Febr.
Turmdeckschiffe. »Prometheus« 1908. März 11.
Methoden zur Ermittlung der durch die Schraubenwellen der Schiffe zur Übertragung gelangenden Leistungen. »Mitteil. a. d. Geb. d. Seewesens« 1908 Nr. 3.
Tanques experimentales (conclusión). R. Estrada. »Rev. Gen. de Marina« 1908 Febr.
Navegantes quipuzcoanos. M. de Seoane. »Rev. Gen. de Marina« 1908 Febr.

Handelsgeographie und Statistik.

Seeverkehr in den deutschen Hafenplätzen 1906. »Vierteljahr-Hft. Statist. d. Dtsch. Reichs« 1908 1. Hft.
Seereisen deutscher Schiffe 1906. Ebenda.
Auswärtiger Handel und Schiffahrt der Niederlande im Jahre 1906. »Dtsch. Handels-Archiv« 1908 Febr.
Außenhandel und Schiffahrt in Niederländisch-Indien im Jahre 1906. Ebenda.
Schiffsverkehr im Jahre 1906 in Takao, Tamsui, Cartagena (Columbien), Antung, Formosa, Kilung u. Mersina. Ebenda.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Entscheidungen des Reichsgerichts. Schiffszusammenstoß mit beiderseitigem Verschulden. »Hansa« 1908 Nr. 10.

Verschiedenes.

Les glaces autour du Spitsberg en 1907. G. Isachsen. »Bullet. Océanograph. Monaco« No. 114.
Lava flowing into the Ocean. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1908 Febr.

Die Witterung an der deutschen Küste im Februar 1908.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers	Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min < 0°)	Eistage (Max < 0°)
Borkum . . . . . 10,4 m	59.9	−1.5	76.3	5.	36.0	28.	3.2	4.5	3.5	3.5	+1.9	2	0
Wilhelmshaven . 8.5	59.8	−2.0	76.1	5.	38.4	28.	2.1	4.7	3.2	3.0	+1.8	7	0
Keitum 11.3	57.7	−3.2	74.8	5.	37.7	28.	2.7	4.1	2.7	2.9	+2.5	4	0
Hamburg 26.0	59.8	−2.0	[illegible]	5.	40.1	1.	2.6	4.2	3.0	3.0	+2.2	7	2
Kiel 17.2	58.4	−3.0	75.6	5.	35.6	1.	1.6	3.8	2.1	2.2	+2.0	9	2
Wustrow 7.0	57.8	−3.7	74.2	16.	[illegible]	1.	1.2	2.4	1.7	1.6	+1.7	10	3
Swinemünde. . . 10.05	57.6	−4.3	73.3	16.	37.8	1.	1.7	3.3	2.2	2.2	+2.3	12	3
Rügenwaldermünde 4.0	56.9	−4.9	71.9	5.	40.6	1.	1.0	1.7	1.1	1.2	+2.0	13	1
Neufahrwasser . . 4.5	56.9	−5.9	71.5	11.	34.0	18.	0.6	2.5	1.2	1.2	+2.2	19	1
Memel 4.0	54.9	−6.2	71.0	11.	38.9	9.	−0.9	0.4	−0.4	−0.5	+1.9	23	5

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Digitized by Google

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute, Mittl. mm	Relative, %			8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N					
Bork.	4.9	2.2	7.0	22.	—1.4	3.	1.4	0.9	1.2	5.4	90	87	91	6.4	7.3	7.1	7.0	+0.1
Wilh.	5.2	0.9	7.4	21.	—5.8	3.	2.4	1.5	1.5	5.1	91	80	90	7.0	8.0	7.9	7.6	+0.5
Keit.	6.1	1.6	7.3	12.22.23.	—1.9	2. u. 3.	1.4	1.2	1.0	5.5	95	94	95	6.2	3.9	4.8	4.9	—1.7
Ham.	5.2	1.0	9.1	15.	—4.6	2.	1.6	1.4	1.5	5.0	92	81	89	8.3	8.1	8.5	8.3	+1.0
Kiel	4.5	0.6	7.5	15.	—3.4	3.	1.7	1.4	1.6	4.8	92	81	90	7.9	7.7	7.3	7.6	0.0
Wus.	3.5	0.3	7.6	15.	—4.5	4.	1.4	1.4	1.5	4.8	93	90	92	8.6	7.1	8.3	8.0	+0.3
Swin.	4.1	0.4	7.2	15.	—3.2	4.	1.8	1.9	2.0	4.5	87	79	81	8.5	7.4	7.0	7.6	+0.3
Rüg.	2.6	—0.5	4.9	15.	—6.0	5.	1.8	1.3	1.9	4.5	92	90	91	8.6	7.0	6.0	7.2	—0.3
Neuf.	3.1	—0.8	6.3	12.	—4.7	11.	2.3	1.8	1.6	4.3	87	78	84	7.8	7.6	6.4	7.3	—0.3
Mem.	1.4	—2.0	3.5	6.	—7.5	22.	2.1	1.6	1.8	4.0	90	86	91	8.4	7.8	8.1	8.1	+0.6

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
	8h V – 8h N	8h N – 8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≥ mm				K u T	Sommertage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
							0.2	1.0	5.0	10.0					Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	27	17	44	+ 4	7	15.	16	14	4	0	0	0	0	12	8.3	+0.8	16.5	15. 22.
Wilh.	18	21	39	+ 1	7	22.	15	10	1	0	0	0	0	11	?	?	12.5	1. 22.
Keit.	6	40	46	+ 2	9	15.	10	10	4	0	0	0	6	7	6.2	+1.3	12	1. 7. 15. 19. 22. 23.
Ham.	14	26	40	— 7	6	18.	16	11	2	0	1	0	0	18	6.3	+1.2	12	1. 9. 15. 22. 23.
Kiel	15	34	49	+ 5	8	22.	17	11	2	0	0	0	1	16	6.8	+1.4	12	1. 6. 7. 8. 9. 19. 22. 23.
Wus.	1	25	26	+ 3	6	18.	10	7	1	0	0	0	1	16	5.1	—0.3	12	8. 9.
Swin.	28	33	61	+ 32	12	29.	21	14	3	1	0	0	1	14	4.7	—0.1	10.5	7. 8. 9.
Rüg.	25	15	40	+ 11	6	28.	21	14	1	0	0	0	1	13	8.0	—	15	6. 7. 8. 9. 10. 12. 21.
Neuf.	26	12	38	+ 15	6	21.	20	10	3	0	1	0	2	15	6.3	—	12	6. 7. 8. 9. 10. 12.
Mem.	35	8	43	+ 15	8	11.	15	13	3	0	0	0	1	19	6.0	—	12	6. 8. 9. 11. 28.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	4	3	2	0	0	0	5	0	1	0	34	2	15	5	7	7	2	3.6	3.8	3.5
Wilh.	4	1	1	0	0	0	2	2	5	5	12	12	12	11	11	1	8	4.4	3.9	4.1
Keit.	1	10	0	0	0	0	1	3	3	2	23	2	16	1	19	3	3	3.3	3.7	3.6
Ham.	0	1	1	0	0	2	4	5	1	7	7	34	8	7	2	7	1	3.6	3.9	3.5
Kiel	4	0	4	0	0	1	2	2	5	8	9	8	14	14	7	7	2	4.0	4.3	4.0
Wus.	4	1	1	0	0	2	1	4	4	5	15	8	19	10	6	2	5	4.0	4.2	3.8
Swin.	5	1	1	0	0	1	0	3	2	5	10	8	16	17	8	8	2	3.4	3.9	3.3
Rüg.	7	2	1	2	0	0	0	4	13	4	6	12	13	4	5	6	8	4.5	4.4	4.4
Neuf.	1	1	3	1	1	0	1	5	14	7	9	5	14	5	6	13	1	4.0	4.4	3.6
Mem.	5	2	5	0	5	12	1	6	14	6	4	4	7	1	9	5	1	3.4	3.9	3.6

Die Witterung an der Deutschen Küste im Monat Februar war im Durchschnitt ziemlich mild, da die Temperaturen fast überall den langjährigen Mittelwert des Februars um nahezu 2° überstiegen. Die Bewölkungs- und Niederschlagsverhältnisse gestalteten sich nahezu normal. Stürme traten verhältnismäßig häufig, besonders am 1., 6. bis 9., 15., 19. und 22. bis 23., auf. Auch die durchschnittliche Luftbewegung war stärker, als sie dem Monat Februar zukommt; sie hatte eine vorwiegend südwestliche bis nordwestliche Richtung.

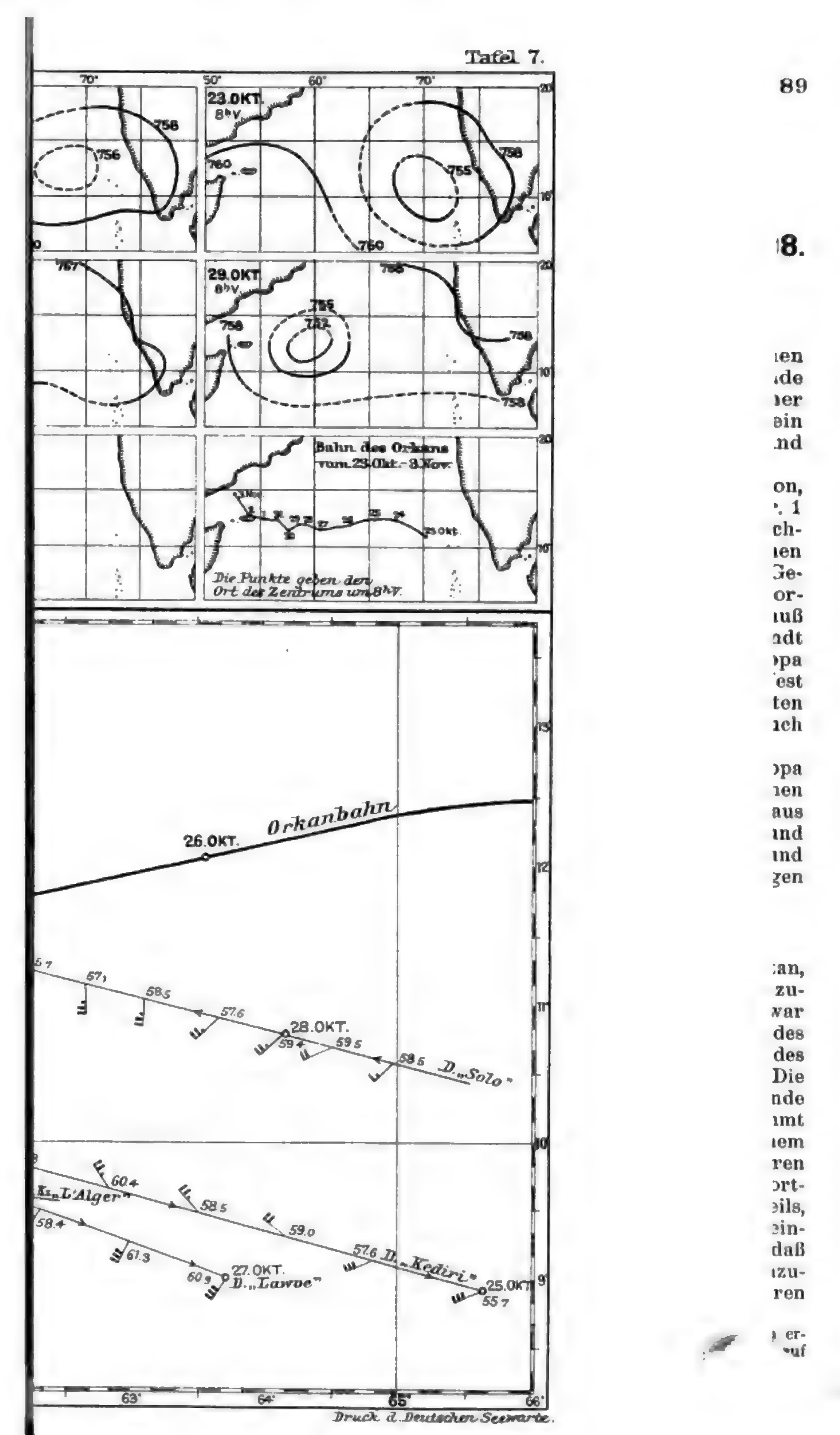
Hinsichtlich der Luftdruckverteilung und Wetterlage kam das Deutsche Küstengebiet vom 1. bis 5. Februar abwechselnd in den Bereich hohen und tiefen Barometerstandes, stand aber vom 6. ab bis zum Schluß des Monats fast andauernd unter dem Einfluß von Depressionen oder Ausläufern von solchen. Nur der 10., 13., 14. und 17. machten hiervon insofern eine Ausnahme, als an diesen

Digitized by Google

Tagen Teile des Deutschen Küstengebiets vorübergehend in den Bereich von Hochdruckgebieten kamen. Am 1. Februar lag eine Depression mit einem Teilminimum bei Kiel über Mitteleuropa, einem Hochdruckgebiet im Westen gegenüber, und erzeugte an der ganzen Deutschen Küste steife und stürmische Winde, die im äußersten Osten eine südwestliche Richtung hatten, welche nach der Nordsee zu in eine nordwestliche überging. Am folgenden Tage flauten die Winde stark ab, da die Depression schnell ostwärts abzog; ein Ausläufer des genannten Hochdruckgebiets folgte ihr und bedeckte am 3. mit ruhiger und teilweise heiterer Witterung das ganze Deutsche Küstengebiet. Am 4. entwickelte sich aus einem Tags zuvor bis nach den Britischen Inseln reichenden Ausläufer einer über dem Eismeer ostwärts verlaufenden Depression ein Teilminimum, welches wieder Trübung mit Niederschlägen und in der Nordsee stürmischen Nordwest hervorrief. Auch diese Wetterlage ging schnell vorüber, da sich das westliche Hochdruckgebiet nach Osten ausbreitete und am 5. das Deutsche Küstengebiet bedeckte. Damit ließen die Niederschläge und die Luftbewegung wieder nach, und vielfach stellte sich heiteres Wetter ein.

Vom 6. Februar ab stand nun das Deutsche Küstengebiet fast andauernd unter dem bestimmenden Einfluß nordischer Depressionen oder Ausläufer von solchen, die mit vielfach sehr lebhaften Winden anfangs veränderliches, später andauernd trübes und regnerisches Wetter mit sich brachten. Vom 6. bis zum 9. wurde die Deutsche Nordsee-, besonders aber die Deutsche Ostseeküste von teilweise starken Stürmen heimgesucht, die meist aus dem nordwestlichen Quadranten wehten. Sie wurden verursacht durch zwei von Island her ost- bzw. südostwärts fortschreitende Tiefdruckgebiete, denen im Westen hoher Druck gegenüberlag. Am 10. zog vom Nordwesten her ein neues Tiefdruckgebiet heran, das besonders für den äußersten Osten des Deutschen Küstengebiets Bedeutung gewann. Während an diesem Tage sich das westliche Hochdruckgebiet ostwärts ausbreitete und der Nordsee- sowie der westlichen Ostseeküste ruhiges, vielfach heiteres und trockenes Wetter brachte, hielten im äußersten Osten die Stürme während des Abzuges des alten und dem Nachfolgen des genannten neuen Tiefdruckgebiets bis zum 12. an. An den beiden folgenden Tagen kam das Deutsche Küstengebiet vorübergehend unter den Einfluß hohen Luftdrucks, indem das Hochdruckgebiet mit seinem Kern durch Deutschland hindurch nach dem Osten abzog. Damit trat ruhiges, teils heiteres, teils nebliges und meist trockenes Wetter ein. Mit dem 15. setzte alsdann eine bis zum Ende des Monats anhaltende Periode regnerischen Wetters ein, die durch zahlreiche im Norden in meist west—östlicher Richtung vorüberziehende Depressionen und deren häufig bis zu den Alpen reichende Ausläufer veranlaßt wurde, während den Südwesten von Europa andauernd hoher Luftdruck bedeckte. Ein größeres Interesse beanspruchen während dieser Zeit nur der 22. und 23., wo wieder starke Stürme das Deutsche Küstengebiet bis auf den äußersten Osten heimsuchten. Sie traten im Gefolge eines barometrischen Minimums auf, das am 21. bei Island erschienen war und schnell in ost—südöstlicher Richtung weiterzog. Eine interessante Entwickelung boten noch die letzten Tage des Monats, indem ein tiefes Minimum vom Nordmeer in südlicher Richtung nach dem Süden der Nordsee vordrang, ohne stürmische Winde in der Nordsee herbeizuführen.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68—71.



8.

ıen
ıde
ıer
ein
ınd

on,
. 1
ch-
ıen
Ge-
or-
ıuß
ndt
ɔpa
est
ten
ıch

ɔpa
ıen
aus
ınd
ınd
gen

an,
zu-
var
des
des
Die
nde
ımt
ıem
ren
ort-
eils,
ein-
daß
ızu-
ren

er-
uf

Tag
Hoc
mini
über
die
Nor
Win
gen
weis
sich
eine
welc
Nor
west
gebi
nach

unte
solch
and
wur
weis
weh
fort
Am
für
Wäh
und
troc
Abz
bis
vorü
mit
trat
dem
regn
Rich
reicl
daue
wäh
Küst
eine
schn
bote
mee
stür

Digitized by Google

Die stürmischen Winde an der deutschen Küste vom 1. bis 12. Januar 1908.

Von Prof. Dr. Grossmann, Deutsche Seewarte.

(Hierzu Tafel 8.)

Nachdem die Monate September bis Dezember 1907 an der deutschen Küste ungewöhnlich ruhig verlaufen waren und nur vereinzelt stürmische Winde gebracht hatten, führte uns der Januar alsbald eine ganze Reihe stürmischer Tage herbei, unter denen besonders ein schwerer Südweststurm am 6. und ein schon am 9. nachfolgender schwerer Nordoststurm unser Interesse verdienen und auch durch ihre schnelle Aufeinanderfolge bemerkenswert waren.

Die beiden Sturmwirbel dieser Tage entwickelten sich aus einer Depression, die wir auf den Wetterkarten des Internationalen Dekadenberichts Nr. 271, Nr. 1 von 1908 auf ihrem Wege über den Atlantischen Ozean verfolgen können, nachdem sie von Kanada herkommend, am 2. Januar auf dem Lorenz-Golf erschienen war; etwa dem 45. Grade folgend, war sie mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von ungefähr 18 m p. Sek. bereits am 3. bis gegen 40° W-Lg. vorgedrungen. Den weiteren Weg vermögen wir nicht genau zu erkennen, doch muß sich die Depression bei ihrer Annäherung an Europa stark nordwärts gewandt haben, da sich ihr Minimum am Morgen des 6. Januar nordwestlich von Europa befand, von wo sich ein Ausläufer niedrigen Drucks südwestwärts bis 30° West und etwa 42° Nord erstreckte. Darüber lassen jedenfalls jene Dekadenkarten keinen Zweifel bestehen, daß der zweite Sturmwirbel mit dem Nordoststurm auch aus derselben Depression entstammt.[1])

Ferner ist beiden Wirbeln gemeinsam, daß sie sich erst über Westeuropa zu Sturmwirbeln ausgebildet haben, indem ihre Tiefe sehr schnell zugenommen hat. Dieses lassen die beigefügten Wetterkarten auf Tafel 8 erkennen, die aus den Wetterkarten der Seewarte unter Berücksichtigung jener Dekadenkarten und nach Ergänzung durch Beobachtungen aus den Petersburger Wetterbulletins, und diejenigen von Island, den Farör-Inseln und Dunrosness, die an jenen Tagen wegen Kabelstörung ausgeblieben waren, abgeleitet worden sind.

Der Südweststurm vom 6. Januar 1908.

Jedenfalls war die Wetterlage vom Morgen des 6. Januar dazu angetan, stürmische Witterung befürchten zu lassen, so daß im Laufe des Vormittags zunächst die Küste von Borkum bis Rügen gewarnt wurde. Seit dem Vorabend war über Nordwesteuropa ein starker Barometerfall eingetreten; die Änderungen des Barometers ergaben ein von Island bis nach dem Süden der Nordsee reichendes Fallgebiet mit einem größten Barometersturz von 19 mm bei Stornoway. Die von dem am Morgen über Nordschottland liegenden Minimum einzuschlagende Richtung war durch die Druckverteilung vorgezeichnet, oder, weniger bestimmt ausgedrückt, diese entsprach der Erwartung. Bemerken wir nämlich vor einem Minimum einen Keil hohen Drucks mit symmetrisch gekrümmten Grenz-Isobaren zu beiden Seiten, so pflegen die Minima senkrecht zur Mittellinie des Keils fortzuschreiten, während sie in dem Falle einer asymmetrischen Gestalt des Keils, daß die dem Minimum zugekehrte Seite, abweichend von der anderen, stark eingebuchtet erscheint, auf die Tiefe der Bucht lossteuern, — aus dem Verhalten, daß wir von allen schnell fortschreitenden Minima solche Keile hohen Drucks anzutreffen pflegen, beruht das bekannte fächerförmige Auseinandergehen der Isobaren

[1]) Dagegen lassen sich auch die auf den Wetterkarten vom 7. bis 12. Januar im Westen erscheinenden Minima als selbständige Erscheinungen auf ihrem Wege von Kanada bis nach Europa auf dem Ozean verfolgen.

über den Britischen Inseln bei dem Herannahen eines Minimums vom Ozean, das uns die Nähe neuer Minima nicht selten zuerst verrät. Unsere Karten zeigen, daß das Minimum bis zum nächsten Morgen über den Skagerrak bis nach Westrußland mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von über 20 m fortgeschritten ist und sich auf dem Wege über die Nordsee schnell vertieft hat, wobei es unentschieden bleiben mag, ob die für den Abend des 6. auf der Wetterkarte gezeichneten zwei Kerne niedrigsten Drucks der Wirklichkeit entsprechen. Nimmt man die Wetterkarte vom Nachmittag des 6. mit hinzu, so erkennt man die Verlagerung des vor dem Minimum herziehenden und südwärts zurückweichenden Keiles hohen Drucks genau: am Nachmittag reicht er nordwärts nach Mittelschweden, am Abend des 6. erblicken wir ihn über dem Süden der Ostsee und am Morgen des 7. findet er sich noch NW—SO gestreckt zwischen den beiden Minima über Westrußland und südlich vom Weißen Meere angedeutet. Auf eine andere sehr merkwürdige Umlagerung des Luftdrucks möge aber hingewiesen werden, indem sich nämlich die, am Morgen des 6. die Depressionen nordwestlich von Schottland und über Lappland verbindende, nördlich vom Nordkap herumführende Furche niedrigen Drucks im Laufe des Tages unter dem Andrängen eines Hochdruckgebiets von Nordwesten her südwärts verschob, so daß sie am Morgen des 7. nördlich von Schottland her über Jütland nach Nordrußland verlief. Die zwölfstündigen Barometeränderungen ergaben Fallgebiete von 20 mm als Kern über dem Skagerrak für den Abend des 6. und von 16 mm als Kern über Ostpreußen am Morgen des 7.

Da die Wetterkarte vom Nachmittag des 6. ein schnelles Heranschreiten des Minimums zu erkennen gab, so wurde noch der Osten der Küste gewarnt. Im Gefolge dieses Sturmwirbels traten an der ganzen Küste stürmische Winde aus dem Südwestquadranten auf, und es wurden an der Mehrzahl der Stationen die Windstärken 9 und vielfach 10 beobachtet, bis auf den Osten, wo der Sturm etwas geringere Stärke erreichte. Der Sturm wehte bei fallendem Barometer und flaute bald nach dessen tiefstem Stande ab. Zur Zeit der Ankunft der am Vormittag erlassenen Sturmwarnungstelegramme waren die Winde an der Ostsee bis Rügen noch mäßig bis stark, dagegen mittags an der Nordsee auf exponierten Stationen schon vereinzelt bis Stärke 8 angewachsen. An der Nordsee wehten von 4 bis 10 Uhr nachmittags anhaltend Winde von der Stärke 8 bis 9 und 10 und es erfolgte hier in der Nacht Abnahme des Windes ohne Änderung der Richtung bis auf die nördlichsten Teile, wo der Wind nördlicher wurde; nur vereinzelt hatten Teile der Nordseeküste noch am Morgen des 7. stürmischen Wind. Nach Osten hin verspätete sich der Eintritt stürmischer Winde, doch wehten solche bereits um 6 Uhr über Rügen und besonders auch an der westpreußischen Küste an exponierten Orten und in weiter Ausbreitung an der ostpreußischen Küste, als die am Nachmittag erlassene Sturmwarnung zuging. Unter Rechtdrehen nahmen die stürmischen Winde auch an der Ostsee in der Nacht an Stärke ab, doch hatte die Küste von Rixhöft bis Brüsterort noch am Morgen des 7. vielfach stürmische Winde aus nördlichen Richtungen und der äußerste Osten solche vereinzelt aus westlichen Richtungen. Im allgemeinen dürfte die Dauer dieser Stürme an der Küste ziemlich gleichmäßig ungefähr 12 Stunden betragen haben.

Dieser Sturmwirbel führte meist einen erheblichen Umschlag der Witterung herbei, indem in seinem Gefolge sehr milde Witterung eintrat. Unter dem Einfluß hohen Luftdruckes über Nordeuropa hatte der größte Teil von Deutschland seit dem 26. Dezember bei nordöstlichen Winden anhaltenden und weit ausgebreitet sehr scharfen Frost gehabt, und nur in den nördlichen Gebietsteilen, wie vorübergehend auch in Mitteldeutschland, war bereits mildere Witterung eingetreten, nachdem sich das Hochdruckgebiet am 2. und 3. südwärts nach Kontinentaleuropa verlagert hatte. Am Morgen des 7. herrschte in ganz Deutschland zufolge dem Wetterbericht der Seewarte Tauwetter, ausgenommen auf der Höhenstation Friedrichshafen am Bodensee. Um die Schwankungen der Temperatur während dieser Tage zu kennzeichnen, sind nachfolgend aus jenen Wetterberichten die Mittel der gemeldeten Morgentemperaturen für den 6. bis 10. zusammengestellt:

Digitized by Google

Tabelle I.

Temperatur, morgens 8h.

	6.	7.	8.	9.	10.
Nordsee	— 1.2	4.0	2.8	— 0.3	— 5.0
Westliche Ostseeküste	— 1.0	1.0	0.6	0.1	— 5.0
Östliche Ostseeküste	2.3	2.2	— 6.3	— 5.4	— 8.5
Nord- und Mitteldeutschland	— 3.2	3.0	2.9	0.9	— 6.6
Süddeutschland (außer Friedrichshafen)	—10.0	1.0	2.6	1.3	— 3.7

Zugleich mit dem Tauwetter brachte der Sturmwirbel wohl überall Niederschläge, Regen, Schnee, Graupeln und Eisregen, und weit ausgedehnt trat starkes Glatteis auf, wie dies bei dem Eintritt von Tauwetter nach anhaltendem Frost zu erwarten stand; am Morgen des 7. hatten Königsberg 19 und Memel 25 cm Schneehöhe. Diese ausgebreiteten Niederschläge, meist aus Schnee bestehend, hielten in ganz Deutschland bis zum 11. an.

Der Nordoststurm vom 9. Januar 1908.

Am Morgen des 7., als im Bereich des ostwärts verlagerten Sturmwirbels an der ostdeutschen Küste noch teilweise steife bis stürmische Winde aus westlichen Richtungen wehten und auch im Westen auf der Südseite der die Nordsee durchquerenden Furche niedrigen Drucks noch starke Winde aus denselben Richtungen bestanden, zeigte die Wetterkarte westlich von Irland bereits ein neues Minimum und ließ nach den obigen Anführungen sein Fortschreiten nach dem Osteingang des Kanals hin erwarten. Interessant ist die Karte der Änderungen des Luftdrucks vom Abend des 6. bis zum Morgen des 7.; sie zeigt uns ein tiefes Fallgebiet über dem Osten Kontinentaleuropas und Westrußland mit einem Kern von etwa 16 mm über Ostpreußen gegenüber einem neuen Fallgebiet vor dem Kanal mit einem Kern von etwa 13 mm Barometerfall an der Südküste Irlands. Beide Kerne der Fallgebiete fallen ungefähr mit der Lage der Minima zusammen, erscheinen aber nach der Richtung des höchsten Druckes hin etwas verschoben, wie zu erwarten steht, da das Erscheinen eines Minimums auf der dem hohen Drucke zugewandten Seite eine stärkere Luftdruckabnahme als auf der entgegengesetzten hervorrufen muß. Die betrachtete Karte der Luftdruckänderungen zeigt aber zugleich ein nicht minder bedeutendes, vom hohen Nordwesten bis nach der Nordsee und Südskandinavien reichendes Steiggebiet mit einem Kern höchster Luftdruckzunahme an der Südwestküste Norwegens; bei schnellem Dahinschreiten der Minima und damit auch der Fallgebiete wird der Kern des Steiggebiets auf der nächstfolgenden Luftdruckänderungskarte sehr nahe mit dem Kern des Fallgebiets von der vorangehenden Karte zusammenfallen, falls nicht ein neues Fall- oder Steiggebiet bereits den Verlauf der Änderungen stört; so entspricht der Kern des Steiggebiets auf der Morgenkarte der Luftdruckänderungen der letzten 12 Stunden auch nahezu der Lage des Kerns des Fallgebiets auf der vorangehenden Karte der Änderungen vom Morgen zum Abend des 6.

Verfolgen wir die Wetterkarten vom 7., so bemerken wir, wie das Minimum langsam unter Vertiefung nach England vordringt und sein Depressionsgebiet sich dabei ostwärts über Kontinentaleuropa ausbreitet. Im Rücken der nach Rußland abziehenden Depression aber stieg das Barometer stark im Gebiet des am Morgen des 7. nach Skandinavien reichenden Ausläufers des im hohen Nordwesten liegenden Hochdruckgebiets, so daß die Winde an der Ostsee schon teilweise stark aus Südost auffrischten und am Abend des 7. an der schleswigschen Ostseeküste bereits stürmisch wehten. Die Wetterkarte von diesem Abend gab aber als höchste Windstärken nur 5 und 6 an der pommerschen Küste zu erkennen und bei dem langsamen Vordringen des Minimums konnte erwartet werden, daß ein Ausgleich der bestehenden Luftdruckgegensätze eintreten werde. Am Morgen des 8. aber zeigte sich bei weiterer Ostwärtsverlagerung und Ver-

tiefung des Minimums zugleich eine Ausbreitung des Hochdruckgebiets von Südosteuropa nach Westrußland hin und ein Steigen des Luftdrucks über Skandinavien, so daß nunmehr für die Ostsee die Gefahr stürmischer, zunächst südöstlicher Winde zugenommen hatte und dementsprechend eine Warnung dieses Gebiets vor stürmischen Winden aus östlichen Richtungen erfolgte. Eine Durchsicht von 95 Tagebüchern der Sturmwarnungsstellen hat ergeben, daß am Morgen des 8. bereits über Rügen mehrfach stürmische Winde geweht haben, die im Laufe des Vormittags abflauten, um dann am Abend wieder stark zuzunehmen. Für Rügen war die Warnung also meist zu spät erfolgt und ebenso hatten einige exponierte Stellen der Gebiete von Rixhöft bis Brüsterort bereits stürmischen Wind, als die Warnung zuging, während die Sturmtelegramme im übrigen der Ostseeküste rechtzeitig zugingen.

Als das Minimum im Laufe des Tages nach Belgien vordrang und dabei sein Depressionsgebiet über ganz Kontinentaleuropa ausbreitete, während das Barometer über den Britischen Inseln stark stieg, trat am Abend auch eine Sturmgefahr für die Nordsee hervor, so daß dieses zu jener Zeit nach den Wettertelegrammen noch ruhige Gebiet ebenfalls eine Sturmwarnung erhielt und damit die Sturmsignale am Abend des 8. an der ganzen Küste hingen — soweit die Sturmwarnungen vom späten Abend noch in der Nacht zugestellt werden und die Stellen mit roten Sturmlaternen ausgerüstet sind.

Die in den nördlichen Teilen der westdeutschen Küste bereits am Abend des 8. nordöstlichen Winde drehten in der Nacht an der ganzen übrigen Küste nach Nordost und wehten um 8h morgens am 9., noch an Stärke zunehmend, bereits ostwärts bis Rügen stürmisch; im Westen der pommerschen Küste stellten sich die stürmischen Winde gegen Mittag und nach Osten hin erst im Laufe des Nachmittags und Abends ein. Ostwärts von Rossitten und Labagienen wurden stürmische Winde nicht beobachtet. Der Sturm war nicht minder schwer und zum Teil schwerer als der Südweststurm vom 6., indem mit Ausnahme des Ostens an mehr als der Hälfte der Stationen die Windstärke 9 und vielfach 10 erreicht worden ist; zufolge den genannten Tagebüchern war der Sturm am schwersten an der schleswig-holsteinschen Ostsee- und der mecklenburgischen Küste. Die Nacht brachte Abflauen bis auf die Küste von Swinemünde bis Brüsterort, wo am Morgen des 10. um 8h meist noch Stärke 8 beobachtet wurde. Abgesehen von dem äußersten Osten hielt der Sturm wohl meist mehr als 12 Stunden und bis zu 18 Stunden und darüber mit Windstärken 8 und mehr an; in den Stunden um Mitternacht hatte die ganze Küste ostwärts bis Rixhöft stürmische Winde. Nach den Aufzeichnungen der Anemographen trat an den Normalbeobachtungsstationen der Deutschen Seewarte die größte Windgeschwindigkeit in Keitum zwischen 4h V. und 9h V., in Borkum zwischen 7h V. und 2h N., in Kiel zwischen 10h V. und 6h N., in Hamburg zwischen 0h N. und 5h N., in Wustrow zwischen 5h N. und 10h N., in Swinemünde von 10h N. bis 11h N., in Rügenwaldermünde zwischen 2h V. und 7h V. am 10. und in Neufahrwasser zwischen 3h V. und 8h V. am 10. ein.

Die erreichten größten stündlichen Windgeschwindigkeiten (m p. Sek.) mögen nachfolgend mit denjenigen vom Südweststurm zusammengestellt werden:

	6./7.	9./10.		6./7.	9./10.		6./7.	9./10.
Borkum	17	20	Kiel	15	14	Neufahrwasser . .	16	15
Keitum	16	16	Wustrow	17	12	Memel	14	< 10
Hamburg	18	12	Rügenwaldermünde	17	18			

Diese größten mittleren Windgeschwindigkeiten im Gefolge der beiden Sturmwirbel ergeben für die relative Schwere der beiden Stürme im allgemeinen ein anderes Urteil als die weiterhin zu besprechenden, aus den Beobachtungen der 95 Sturmwarnungsstellen abgeleiteten Gruppenwindstärken. Ob dieses Verhalten darauf zurückzuführen ist, daß der Nordoststurm böiger als der Südweststurm wehte oder die Stärke des kalten Nordossturms zum großen Teil höher geschätzt wurde als die des milden Südweststurms, kann nicht entschieden werden.

Digitized by Google

Während der Sturmwirbel in wenig veränderter Tiefe am 9. Deutschland ostwärts durchquerte, verschärfte sich die Wetterlage dadurch, daß das Hochdruckgebiet von Nordwesten her schnell heranzog und sich dabei in einem Ausläufer über Südskandinavien ausbreitete. Während der Südweststurm vom 6. und ebenso die stürmischen Südostwinde vom 8. bei fallendem Barometer stattfanden, wurde während des Nordoststurmes steigendes Barometer beobachtet, nachdem das Barometer bei südöstlichen Winden wieder stark gefallen war. Vom Abend des 5. bis zum Abend des 11. traten nacheinander die folgenden Schwankungen des Barometers in Millimeter an den Normalbeobachtungsstationen zufolge den Registrierungen auf:

Tabelle II.

	Fallen (SW-Sturm)	Steigen (Zwischen den beiden Sturmwirbeln)	Fallen (Starke SO-Winde)	Steigen (NO-Sturm)
Borkum	— 21	+ 1	— 14	+ 34
Hamburg	21	4	14	36
Kiel	24	8	14	34
Wustrow	21	10	15	29
Swinemünde . . .	24	10	15	29
Neufahrwasser . .	26	18	15	21
Memel	29	24	12	14

wo die stärkeren Änderungen des Barometers von den angegebenen stürmischen Winden begleitet waren und der Südweststurm nahezu gleichzeitig mit dem ersten Sinken des Barometers sein Ende erreichte.

Welchen Umschwung der Temperatur der Nordoststurm herbeigeführt hat, ist aus der obigen Temperaturzusammenstellung zu ersehen, indem die Nordostwinde dem vom Südweststurm herbeigeführten Tauwetter ein schnelles Ende bereiteten. Im Bereich des am 10. von Nordwesten her nach Kontinentaleuropa vordringenden Hochdruckgebiets erhoben sich im Binnenlande die Temperaturen an den folgenden Tagen vom 10. bis 15. auch am Nachmittag nur vereinzelt über den Gefrierpunkt, während auf der Nordseite des Hochdruckgebiets an der Küste westliche Winde wieder vielfach milderes Wetter mit sich brachten.

Wie der Sturmwirbel vom 6., so führte auch derjenige vom 9. und 10. überall und besonders im Osten große Schneefälle herbei. Am Morgen des 10. meldeten Rügenwaldermünde 22, Neufahrwasser 20, Königsberg 39 und Memel 37 cm Schneehöhe; eine Schneedecke bedeckte ganz Deutschland, auch in München in einer Höhe von 21 cm. In Dänemark und Schleswig-Holstein führten Schneeverwehungen erhebliche Störungen des Eisenbahnbetriebes herbei. Von größerer Bedeutung war aber das an der Ostsee durch den lange anhaltenden Nordoststurm hervorgerufene teilweise gewaltige Hochwasser und die außerordentliche Erschwerung der Schiffahrt, die durch die vom Sturm zusammengetriebenen schwimmenden Eismassen hervorgerufen wurde. Zur Kennzeichnung dieser Verhältnisse mögen die folgenden aus Hamburger Zeitungen stammenden Berichte hier mitgeteilt werden:

Hamburg, 10. Januar. Der orkanartige Sturm, der, wie wir schon gestern meldeten, mit einem starken Schneetreiben verbunden war und auch Hochwasser im Gefolge hatte, hat gestern abend und auch noch in der Nacht mit unverminderter Heftigkeit angehalten und nicht nur große Verkehrsstockungen, sondern auch vielen Schaden an Gebäuden und Fahrzeugen verursacht. Auch verschiedene Menschenleben sind ihm zum Opfer gefallen. Erst heute morgen hat seine Gewalt nachgelassen, so daß der unterbrochene Verkehr stellenweise wieder aufgenommen werden konnte.

Mit ganz besonderer Heftigkeit hat das Unwetter in Schleswig-Holstein getobt.

Friedrichstadt, 9. Januar. Hier herrscht seit gestern abend ein orkanartiger Sturm mit schwerem Schneetreiben. Die Schiffahrt auf der Eider ist noch vollständig unterbunden, besonders nach Tönning und der Nordsee zu, da sich an der Eiderbrücke schwere Eismassen gestaut haben, die eine Durchfahrt nicht zulassen. Auch alle ankommenden Züge haben infolge des Schneesturmes bedeutende Verspätungen.

Tondern, 9. Januar. Der Orkan, zu dem im Laufe der Nacht der Südoststurm anwuchs, brachte auch an der nördlichen Westküste gewaltige Schneewehen, wie sie seit Jahren hier nicht mehr vorgekommen sind. Stellenweise, namentlich in Einschnitten, lag der Schnee meterhoch und hatte beträchtliche Verkehrsstörungen im Gefolge. Die Frühzüge hatten sämtlich Verspätungen. Auf der Strecke nach Tingleff blieb der Frühzug stecken und mußte erst freigeschaufelt werden. Auf der Strecke nach Wamdrup blieben drei Züge stecken. Beträchtlich sind auch die im Telephonnetz hervor-

Digitized by Google

gerufenen Störungen und Schäden. Der mit dem Orkan verbundene Rückgang der Temperatur hat die überschwemmten Landflächen an der Westküste in eine einzige Eisfläche verwandelt.

Cuxhaven, 9. Januar. Das Sturmwetter hat im Laufe des heutigen Tages noch weiter an Heftigkeit zugenommen; es war zeitweilig von Schneeböen begleitet. Gleichzeitig ist die Temperatur mehr und mehr gefallen, und es herrscht heute abend scharfer Frost. Der Sturm, dessen Richtung zwischen NO und NNO schwankt, hat auch auf See an Stärke gewonnen, denn während vormittags Borkum und Helgoland gleichlautend Windstärke 8 meldeten, traf nachmittags noch von Borkum eine Nachmeldung mit Windstärke 10 ein. Der ausgehende Schiffsverkehr stockt infolge dieses schweren Sturmwetters auf See fast gänzlich, da fast sämtliche seewärts bestimmte Schiffe ihre Ausreise unterbrochen haben und auf der hiesigen oder der Altenbrucher Reede schutzsuchend vor Anker gegangen sind. Auch der einkommende Schiffsverkehr hat bedeutend nachgelassen.

Kiel, 9. Januar. Der Schneesturm aus nordöstlicher Richtung und das Hochwasser haben im Laufe des Tages am Hafen sehr großen Schaden angerichtet. Abends war das Wasser bis auf 2.15 m über normal gestiegen. Das ist ein Stand, der seit vielen Jahren nicht dagewesen ist. Alle Straßen am Hafen sind völlig unter Wasser gesetzt, so daß eine Passage unmöglich ist. Im Schutzhafen für die Bootführer schlugen die Wellen über Brücken und Kais; fünf Boote wurden zertrümmert. Am ganzen Hafen ist wohl keine Brücke heil geblieben. Von der vor dem Schlosse liegenden Barbarossa-Brücke wurden die Pontons losgerissen, die in den Schutzhafen trieben und dort viel Schaden anrichteten. Von den Seegartenbrücken wurden Niedergänge und Pfähle gerissen. Die Brücke der Wilhelminenhöher Fähre ist völlig zerstört. Von der Jensenbrücke, den Postdampferbrücken und der Viehbrücke wurde der Bohlenbelag abgehoben und fortgetrieben. Auch die Marinebrücken haben großen Schaden genommen. An der Elisabeth versank ein mit Proviant beladener Kutter des Linienschiffes »Wettin«. Die Neue Dampfer-Kompagnie stellte den Hafenverkehr vollständig ein. Die Hafenrundfahrt behielt ihre Dampfer in Fahrt, solange es ging; das Betriebsgebäude mußte aber geräumt werden, weil das Wasser in das Haus eindrang. Durch Eindringen des Wassers ist auch der maschinelle Betrieb der Klappbrücke unbrauchbar geworden.

Auch in den Föhrdedörfern haben Sturm und Hochwasser großen Schaden angerichtet. In Laboe ist eine ganze Anzahl von Fischerbooten mit Gerätschaften gesunken. Die Möltenorter Fischer haben große Materialverluste erlitten. Die Heikendorfer Landungsbrücke ist ebenfalls stark beschädigt. In Stein sind fast alle am Strande liegenden Boote zerschlagen worden. Man befürchtet auch große Schäden an der Strandpromenade.

Kiel, 10. Januar. Der Nordoststurm wütete auch gestern abend und in der Nacht mit unverminderter Heftigkeit fort, so daß das Hochwasser eine für die am Hafen gelegenen Häuser gefahrdrohende Höhe erreichte. Heute morgen wurde der Hafenbetrieb teilweise wieder aufgenommen, da die Gewalt des Sturmes nachgelassen hat.

Kiel, 10. Januar. Am Düsternbrooker Strand, auf dem v. Eynernschen Grundstück, haben Sturm und Hochwasser die Ufermauern durchbrochen und große Bodenmengen fortgewaschen. Bei Bellevue ist die Brücke so beschädigt, daß sie für den Verkehr gesperrt werden mußte. Die Strandpromenade hat dem Sturm standgehalten. Bei Bellevue sind freilich einige Bodenmassen fortgewaschen, nennenswerte Schäden aber nicht entstanden; die Promenade ist mit fußhohem Seegras bedeckt. Von der Außenförde gehen schlimme Nachrichten ein. Die Steiner Fischer haben nach der Kieler Zeitung am schwersten gelitten. Fast die ganze Flottille ist gesunken und Boote und Fanggeräte versandet. Unter den verlorenen Fahrzeugen befinden sich neue, wertvolle Motorboote. In Laboe wurde während der Nacht mit allen verfügbaren Kräften an dem Entleeren der vollgelaufenen Strandhäuser gearbeitet. Im und vor dem Laboer Hafen sind fünf Boote, teilweise mit Netzen, gesunken. Die Fischer sind jetzt beim Bergen. Zwei Boote sind durch treibende Pontonscheiben mitgenommen, mit diesen bei Falkenstein an den Strand geworfen und dort zerschlagen worden. Der Altonaer Fischdampfer »M. Rademann & Sohn« ist beim Schleusenhaus bei Heidkate an Strand geworfen, liegt jetzt auf dem Deich auf Grasboden und steht vollständig trocken. Die eingeleiteten Rettungsarbeiten für die Mannschaft wurden bei abflauendem Sturm aufgenommen. Ob der Dampfer noch flott zu machen ist, wird sehr bezweifelt. In Kitzeberg wurde die über 100 m lange Zementmauer vor dem Grundstück des Professors Niemeyer weggespült. Die Brücke des Siederschen Grundstückes wurde stark beschädigt. Um 5 Uhr erreichte das Wasser den Belag der beiden Dampfschiffsbrücken in Alt-Heikendorf. Die Strandpromenade nach Möltenort war überflutet. Die Waapsche Bootswerft, das Kohlenlager von W. Kähler und der Garten des Strandhotels füllten sich mit Wasser. Hier erreichte es die Ecke des Hauses und drang in den Keller ein. In Möltenort waren beide Brücken völlig unter Wasser und das Bollwerk des Bootshafens war gefährdet. Hinter Möltenort stand eine starke Brandung und die im Sommer gern besuchten Liegeplätze boten ein anderes Bild. Das Anlegen der Dampfschiffe war ausgeschlossen und die Post kam auf dem Landwege.

Schleswig, 9. Januar. Der heutige heftige Nordoststurm hat an den Ufern der Schlei Hochwasser veranlaßt. Das seit früher Morgenstunde herrschende Schneegestöber hat erhebliche Verkehrsstockungen herbeigeführt. Die Züge der Staatsbahn vom Norden her hatten teilweise erhebliche Verspätungen.

Flensburg, 9. Januar. Der orkanartige Schneesturm letzte Nacht und heute hat arge Betriebsstörungen im Gefolge. Im Bahnbetriebe sind namentlich in nördlicher Richtung Störungen vorgekommen, während die Verbindung mit dem Süden, abgesehen von einigen Verspätungen, so ziemlich aufrecht erhalten wurde. Hier in der Stadt hatten die Schiffsbrücke und die anliegenden Straßen sehr durch Hochwasser zu leiden. Auch die verschiedenen Kleinbahnen vermochten ihre regelmäßigen Touren nicht auszuführen. Vom Norden ist seit gestern abend 7 Uhr hier kein Zug eingetroffen. Der gestrige Abendzug um 11 Uhr blieb schon bei Woyens im Schnee stecken. Der Dampferbetrieb auf der Föhrde ist völlig eingestellt; auch auf der Schiffswerft mußte der Betrieb heute eingestellt werden. Der Sturm hat zur Zeit, 7 Uhr abends, noch die volle Stärke, und das Wasser ist im Steigen begriffen. Zahlreiche Gegenstände treiben von See her an der hiesigen Küste an.

Kopenhagen, 9. Januar. Seit gestern abend herrscht heftiger Schneesturm. In ganz Dänemark ist der Verkehr seit der Nacht auf fast allen Staats- und Privatbahnen unterbrochen. Der Verkehr auf der Südbahn, auf Seeland und Falster ist eingestellt. Der gestrige Abendexpreßzug Kopenhagen—Berlin ist von Roeskilde aus zurückgefahren. Der Expreßzug von Berlin, der gestern abend hier eintreffen sollte, ist unterwegs liegen geblieben. Die Personenzüge auf Seeland, Fünen und Jütland blieben auf offener Strecke im Schnee stecken. Kopenhagen erhielt heute keine Post aus der Provinz und dem südlichen Ausland. Im Laufe des Tages ist keine wesentliche Besserung in den Verkehrsverhältnissen eingetreten. Der Verkehr auf den Hauptlinien ist fast vollständig lahmgelegt. Infolge hoher Flut ist auch der Fährenverkehr von Seeland nach Falster und von Falster nach Deutschland unterbrochen. In Kopenhagen ist heute nur die Post aus Kiel und einzelnen Städten Seelands eingegangen.

Kopenhagen, 10. Januar. Sämtliche Strecken in Jütland, ausgenommen Langear-Struer, wo aber der Verkehr sehr unsicher ist, sind wegen Schneeverwehung gesperrt. Ebenso ist der Betrieb eingestellt auf Seeland zwischen Roskilde und Musnodsund, Slagelse—Vürsler, Slagelse—Nästved, Dalmose—Skelskör, Sorövedde und Frederikssundbahn.

Hadersleben, 10. Januar. Die Stadt ist noch immer von jedem Verkehr nach außen abgeschnitten. Der vorgestern abgegangene, nach Woyens bestimmte Staatsbahnzug steckt noch immer im Schnee.

Lübeck, 9. Januar. Heute vormittag 10¼ Uhr dröhnten vom Burgtor her Kanonenschüsse über die Stadt. Das Wasser der Trave hat eine so bedenkliche Höhe erreicht, daß die Bevölkerung an der Wasserkante durch die Warnungsschüsse darauf hingewiesen wird, sich auf eine Überschwemmung einzurichten. Teilweise überflutet die Trave schon die niedrig gelegenen Straßendämme.

Lübeck, 10. Januar. Das gestrige Hochwasser hatte erst gegen 9 Uhr abends seinen Höhepunkt erreicht; noch eine halbe Stunde vorher hatte ein Kanonenschuß weiteres Steigen gemeldet. Heute sieht es in den Wohnungen und Kellern, die unter Wasser standen, traurig aus. Die Fußböden sind mit dickem Schlamm bedeckt, und ein starker Geruch macht sich bemerkbar. An mehreren Stellen hat man Pumpen zur Herausschaffung des Wassers in Tätigkeit setzen müssen. Der Wasserstand war heute morgen um 8 Uhr noch so hoch, daß er die Kais an der Obertrave überspülte. Auf der Eisenbahnstrecke Lübeck—Travemünde hat heute vormittag um 9 Uhr der Betrieb wieder eröffnet werden können.

Wismar, 9. Januar. Infolge des starken Nordostwindes ist das ganze Hafengebiet unter Wasser gesetzt. Das Innere der Häuser in der Nähe des Hafens steht unter Wasser. Die See ist noch im Steigen begriffen.

Rostock, 9. Januar. Der Sturm hat das Wasser der Unterwarnow hoch aufgestaut. Die Fahrten des Motorbootes nach Gehlsdorf sind eingestellt. Der Christinenhafen ist vollständig überflutet; die dort angrenzenden Lagerplätze und Werften sind unter Wasser, auch sollen die Kohlenlager auf dem Kohlenkai teilweise überschwemmt sein, ebenso in verschiedenen Straßen. In Warnemünde steigt das Wasser noch fortwährend. Die Fähre »Mecklenburg« traf heute mittag von Gjedser in Warnemünde ein, ging aber nicht wieder aus. In Warnemünde sind auch alle Wiesenniederungen überschwemmt, und das Wasser im alten Strom ist über die Ufer getreten.

Stettin, 10. Januar. Das Haffeis ist gestern bei dem herrschenden heftigen Nordostwind stark in Bewegung gewesen; nur am Vormittag scheint es den Eisbrechern gelungen zu sein, eine Fahrt über das Haff auszuführen, denn es ist nur ein einziger Dampfer gestern hier angekommen. Daß die Verhältnisse sehr schwierig waren, erhellt aus dem Umstande, daß selbst der Dampfer »Heringsdorf«, der gestern nachmittag um 2 Uhr hier eintreffen sollte, die Fahrt von Swinemünde hierher nicht antreten konnte.

Stettin, 10. Januar. Der heftige Nordoststurm, der gestern wütete und das Eis im Haff stark in Bewegung brachte, hat auch den Eisbrechern viel zu schaffen gemacht. Die am Morgen von hier abgegangenen Schiffe waren im Laufe des Vormittags etwa bis zur Mitte des Haffs gekommen, als der Sturm stoßweise einsetzte und die Eismassen gegen die Schiffe drängte. Da letztere ziemlich dicht aufeinander folgten, so gerieten sie in Gefahr, gegeneinander gedrängt zu werden. Die gebrochene Fahrrinne im Eise wurde hinter jedem der Schiffe zugeschoben und diese selbst stark nach Westen gedrängt. Die Eisbrecher mußten nur immer ein Schiff zur Zeit hindurchbringen.

Königsberg i. Pr., 9. Januar. Infolge des andauernden heftigen Schneefalles erleidet der Zugverkehr im Osten starke Verspätungen. Sämtliche Kleinbahnen stellen den Betrieb ein.

Insterburg, 9. Januar. Die Strecke Insterburg—Tilsit ist infolge Schneeverwehungen seit heute früh gesperrt.

Erwähnung verdient die große Ähnlichkeit zwischen den Wetterkarten vom 8. und 9. Januar mit denen vom 14. und 15. Dezember, an welchen Tagen auch ein tiefes Minimum vom Osteingang des Kanals her Deutschland durchquerte und nahezu dieselben Lagen auf den entsprechenden Wetterkarten einnahm; jenes Minimum verlor aber auf dem Wege an Tiefe, und es drang damals hoher Luftdruck von Nordosteuropa über Skandinavien vor, während im Januar ein von Nordwesten heranziehendes Hochdruckgebiet die Verschärfung der Luftdruckgegensätze hervorgerufen hat.

Die stürmischen Winde vom 1. bis 4., am Morgen des 6. und am 11./12. Januar.

Weniger schwer und ausgedehnt waren die stürmischen Winde an den übrigen Tagen des hier behandelten Zeitraumes; ihr nahes Zusammenfallen mit jenen Sturmtagen machte es aber wünschenswert, ihre Besprechung kurz anzu-

schließen, um den stürmischen Zeitabschnitt als Ganzes zu behandeln, zumal sich dabei auch die Gelegenheit bietet, den typischen Sturm der östlichen Ostsee hier in zwei, allerdings recht bescheidenen Exemplaren vorzuführen.

Zunächst wurden am Morgen des 1. an der Küste von Rixhöft bis Brüsterort stellenweise steife und vereinzelt stürmische Winde aus Nord bis Nordost hervorgerufen; in der Nacht war ein flaches Minimum unter 765 mm von dem Süden der Ostsee nach Litauen vorgedrungen und gleichzeitig ein Hochdruckgebiet über Skandinavien zu starker Entwicklung gelangt, das am Morgen südwärts drängte und vorübergehend große Gradienten über jenem Küstengebiet hervorrief.

Während sich dieses Hochdruckgebiet schnell nach Kontinentaleuropa verlagerte und schon am Mittag des 2. mit seinem höchsten Druck von Norddeutschland nach Schottland reichte, erschienen bereits am Abend des 1. im hohen Norden Ausläufer einer Depression über dem Eismeer; zwei solche in südöstlicher Richtung über Skandinavien fortschreitende Ausläufer riefen am 2. von Rixhöft bis Brüsterort stellenweise stürmische Südwestwinde, am 3. von Rügen bis Memel mehrfach stürmische Winde aus beiden Westquadranten, besonders verbreitet wieder von Rixhöft bis Memel, und am 4. noch teilweise aus dem Nordwestquadranten über diesem Gebiet hervor; die Ausläufer folgten so schnell aufeinander, daß die von den Sturmwarnungsstellen beobachteten stürmischen Winde teilweise nicht mit Sicherheit den verschiedenen Ausläufern zugeordnet werden konnten.

Am Morgen des 6. frischten die Winde an der Ostsee zwischen Rixhöft und Memel teilweise bis steif und stürmisch aus südwestlicher Richtung im Bereich eines vom hohen Norden südwärts reichenden Ausläufers auf, der in langsamem Abzuge begriffen war, indem sich sein südlichster Teil seit dem Vorabend von Ostpreußen nach Westrußland verlagert hatte. Dieses Auffrischen auf der Rückseite des fortziehenden Ausläufers stand in ursächlichem Zusammenhang mit dem Heranschreiten des Sturmwirbels über den Britischen Inseln, indem der die beiden Depressionsgebiete trennende Keil hohen Druckes ostwärts vorgedrängt wurde und dadurch die Gradienten auf der Südwestseite der abziehenden Depression verschärfte. In dieser Weise beobachten wir nicht sehr selten, daß eine im Nordwesten heranziehende Depression im Osten der Küste innerhalb des Bereiches einer für Stürme an unserer Küste eigentlich bereits abgetanen Depression stürmische Winde verursacht.

Endlich wurden noch am 11. und 12. stürmische Winde, aus westlichen Richtungen rechtdrehend, vielfach wieder von Rixhöft bis Brüsterort beobachtet; das an dem Nordoststurm vom 9. bis 10. stark beteiligte Hochdruckgebiet hatte seinen Kern höchsten Druckes bereits in der Nacht zum 11. nach Kontinentaleuropa verlegt, und vom hohen Nordwesten her war eine Depression nachgefolgt, die sich am 11. in einem Ausläufer südostwärts über die Ostsee ausbreitete und diesen Ausläufer noch am 12. in derselben Lage behauptete, während sich das Hochdruckgebiet im Gefolge einer Rechtdrehung seiner Längsachse über das Nordseegebiet ausbreitete.

Jene Stürme vom 2. bis 4. und 11. bis 12. sind Beispiele für die besondere Gattung von Stürmen, die aus westlichen Richtungen rechtdrehend oder nur aus dem Nordwestquadranten an der östlichen Ostsee beobachtet werden, während die Nordseeküste im Bereiche eines Hochdruckgebietes häufig ganz ruhiges Wetter genießt. Gelegentlich, aber nicht häufig, breiten sich diese südostwärts über Skandinavien hinweg hereinbrechenden Ausläufer niedrigen Druckes auch weiter westwärts aus. Aber, wie gesagt, die hier auftretenden Beispiele vermögen nicht erkennen zu geben, wie diese Gattung von Stürmen häufig tagelang mit großer Stärke anhalten; ihnen ist es zuzuschreiben, daß der Osten der Ostsee mehr Sturmtage als der Westen zählt. Da das Vordringen der diese Stürme verursachenden Ausläufer oft ein außerordentlich schnelles ist, so daß eine rechtzeitige Sturmwarnung häufig allein auf ein stärkeres Fallen des Barometers und starkes Auffrischen aus Südwest bei Christiansund hin erfolgen muß, zu einer Zeit, wo die ostpreußische Küste oft noch Barometerstände über 770 mm aufweist, und da anderseits die Entwicklung solcher Ausläufer recht verschieden und nicht selten

Digitized by Google

ohne Stürme für die Ostküste abläuft, so bieten diese Stürme besondere Schwierigkeiten für die Sturmwarnung. In der III. Abteilung der Seewarte sind diese Stürme als Darmer-Stürme bekannt, nach dem früheren Küstenbezirksinspektor des fernen Ostens der Küste, der bei dem Sturmwarnungswesen für diese Stürme ein gutes Wort einlegte.

Die Stürme vom 1. bis 12. Januar und die Sturmwarnungen.

Um der Deutschen Seewarte die nötige Unterlage für ein Studium der Windverhältnisse der deutschen Küste zu gewähren und insbesondere die Gewinnung eines Urteils über den Erfolg des Sturmwarnungswesens zu ermöglichen, stellen die Vorsteher der Sturmwarnungsstellen des Reiches und ebenso der meisten Provinzial- und übrigen Sturmwarnungsstellen, regelmäßig drei mal täglich, sowie während des Hängens von Sturmsignalen und zu allen Zeiten unruhiger Witterung alle zwei Stunden Beobachtungen über Wind und Wetter an. Die Beobachtungen werden in Tagebücher eingetragen, von denen der Seewarte monatweise Abschriften zugestellt werden. Von solchen Monatstagebüchern konnten für diese Untersuchung 95, darunter 57 von Sturmwarnungsstellen des Reiches, benutzt werden. Ausgezogen wurden für jede Station und jeden Tag die Richtung der die Stärke 7 erreichenden Winde und deren größte Stärke, unter weiterer gleichzeitiger Feststellung, ob die Winde im Falle des Erlasses einer Sturmwarnung zur Zeit des Eintreffens der Sturmwarnung auf der Sturmwarnungsstelle bereits stürmisch wehten oder die Stärke 8 erst später erreicht wurde. Bei den am späten Abend erlassenen Sturmwarnungen aber wurde als Kriterium für rechtzeitige Zustellung der Sturmwarnung die um 10 Uhr notierte Windstärke in Betracht gezogen, da es dem Sturmwarnungswesen nicht zur Last gelegt werden kann, wenn diese Sturmwarnungen den Sturmwarnungsstellen erst am folgenden Morgen zugehen. Bei der Bearbeitung erfolgte dann ein Zusammenfassen dieser Auszüge nach Gruppen von Stationen und zwar wurden mit Rücksicht auf die Sturmwarnungen diejenigen Gruppen zugrunde gelegt, die bei der Ausgabe von Sturmwarnungen an Stelle der einzelnen Sturmwarnungsstellen als Adresse treten; hiervon abweichend wurde aber für die hier vorliegende Aufgabe eine Teilung der östlichen Gruppe I in Ia und Ib durchgeführt. Es bedeuten in den nachfolgenden Tabellen die römischen Zahlen die Gruppen und zwar IX das Gebiet von der Jade westwärts, VIII/VII von der Wesermündung bis Diepsand einschließlich Helgoland, VI anschließend die nördliche Nordsee, V die Ostsee von Aarösund bis Flensburg, IV von Schleimünde bis Warnemünde, III von Darsserort bis Greifswalder Oie, II von Streckelsberg bei Coserow bis Leba, Ia von Rixhöft bis Brüsterort und Ib von Cranz bis nach dem äußersten Nordosten. Soweit an einem Tage über einem Gebiet stürmische Winde im Bereiche verschiedener Sturmwirbel auftraten, wurden diese auseinandergehalten.

Zur Bestimmung der Gruppenwindrichtung wurden die Richtungen aller die Stärke 8 erreichenden Winde der einzelnen Orte berücksichtigt und dabei die folgende Bezeichnung gewählt: 4, 12, 20 und 28 der Reihe nach für Winde aus dem NO-, SO-, SW- und NW-Quadranten 8, 16, 24 und 32 für Winde aus östlichen, südlichen, westlichen und nördlichen Richtungen I, II, III, IV der Reihe nach für Winde, die von W über NO bis S, von N über SO bis W, von O über SW bis N und von S über NW bis O umliefen, bzw. zwischen diesen Richtungen lagen; um endlich Winde nur aus W usw. zu bezeichnen, gilt die Bezeichnung (24) usw. Hier wie nachfolgend schließt sich die Bezeichnung an jene an, die ich in der Abhandlung »Die Stürme und die Sturmwarnungen an der deutschen Küste in den Jahren 1886/95« in »Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte XXI. Bd. 1898« benutzt habe.

Zur Kennzeichnung der Gruppenwindstärken wurde die Skala 0 bis 5 nach den folgenden Festsetzungen eingeführt:

Stärke 0: An weniger als der Hälfte der Orte Stärke 7 als höchste und dabei an einzelnen aber weniger als der Hälfte der Stellen Stärke 8 oder mehr.

Digitized by Google

Stärke 1: An wenigstens der Hälfte der Orte Stärke 7 als höchste und dabei an einzelnen aber weniger als der Hälfte der Stellen Stärke 8 oder mehr,
« 2 (3, 4, 5): An wenigstens der Hälfte der Orte Windstärke 8 (9, 10, 11) als höchste.

Abweichend von jener Abhandlung ist hier noch, um den Einfluß zu geringer Windstärkeschätzungen abzuschwächen und dabei den zu hohen Schätzungen auch kein Übergewicht einzuräumen, die Festsetzung erfolgt, daß sich die nach der vorstehenden Definition ergebende Gruppenstärke unter Umständen um eine Einheit erhöhen kann — nämlich dann, wenn eine erneute Auszählung der beobachteten größten Windstärken auch für die um eine Einheit höhere Windstärke eine Häufigkeit mindestens gleich der Hälfte der Orte ergibt, sobald man alle Windstärken, die um 2 oder mehr Einheiten höher sind, doppelt zählt.

Die **Rechtzeitigkeit einer Sturmwarnung** für eine Gruppe wurde angenommen, wenn die Sturmwarnungen durchweg vor dem Eintritt stürmischer Winde der Stärke 8 und darüber zugegangen waren, abgesehen von den Warnungen vom späten Abend, wo mit 10 Uhr als fester Eingangszeit gerechnet wurde; als **meist rechtzeitig** wurde eine Warnung angesehen, wenn bei Eintreffen der Warnungen bereits auf einzelnen exponierten Stationen stürmische Winde wehten, die Winde aber allgemein nachfolgend noch starke Zunahme erfahren.

Tabelle III.

Stürmische Winde.

Gruppe Januar 1908	IX 10	VIII/VII 10	VI 11	V 4	IV 8	III 12	II 8	Ia 20	Ib 12
1.						—	—	c_4^1	—
2. 3. 4.						— b_{28}^0 —	— b_{20}^1 —	c_{20}^0 b_{24}^2 a_{28}^0	— b_{28}^0 —
5.									
6.	—	—	—	—	—	—	—	c_{20}^1	—
6. 7.	a_{20}^1 ✳ —	a_{20}^1 • a_{24}^0	a_{20}^1 • —	a_{20} —	a_{20}^1 —	a_{20}^3 —	a_{20}^2 —	a_{20}^2 ✳ a IV^2	b_{20}^2 a_{24}^0
7. 8. 9. 10.	 — a_4^1 	 — a_4^1 –	— a_8^0 • a_4^1 	a_8^1 a_8^2 a_4^3 	 — a_4^1 	 b_8^1 a_4 	— — a_4^2 a_4^2	- a_8^2 ✳ a_4^2 a_4^2	— a_8^2 a_4^1 –
11. 12.	— –	— –	— –	— —	— —	— —	— —	c_{24}^1 c_{28}^2	— —
Tage mit ⚑	2	3	3	1	2	4	4	12	5
ohne Gruppen-Stärke 0	2	2	2	1	2	3	4	10	3

In der Tabelle III finden sich die in den Tagen vom 1. bis 12. Januar beobachteten stürmischen Winde nach Tagen und Sturmwirbeln für die einzelnen Gruppen unter Angabe ihrer Richtung und Stärke, nebst einer Aussage, ob eine Sturmwarnung rechtzeitig, meist rechtzeitig, meist zu spät oder überhaupt nicht erlassen worden ist, zusammengestellt. In der Überschrift kennzeichnen die römischen Zahlen die einzelnen Gruppen, links seitlich finden sich die Tage und die Klammern linker Hand liefern die Zuordnung der Stürme der Tage mit stürmischen Winden zu den verschiedenen Sturmwirbeln, bzw. Sturmerregern (Ausläufern). Die zu oberst unter der Gruppenbezeichnung auftretenden Zahlen (n) geben die Zahl der je benutzten Tagebücher. Auf die Sturmwarnungen

Digitized by Google

beziehen sich die Buchstaben a, b und c und zwar bedeuten: a »rechtzeitig gewarnt« a* »meist rechtzeitig gewarnt«, b »meist zu spät gewarnt« und c »überhaupt nicht gewarnt« Die oberen Indices 0 bis 4 geben die oben definierten Gruppenwindstärken und die unteren Indices die obigen Gruppenwindrichtungen.

Aus dieser gedrängten Tabelle III läßt sich alles Wünschenswerte — bis auf die Dauer der stürmischen Winde in den einzelnen Bezirken — ablesen. Wir entnehmen, daß wir es in jenen Tagen mit 6 Sturmphänomenen zu tun gehabt haben, von denen nur 2, und zwar die stärksten, die ganze Küste getroffen haben, während 3 nur die preußische Küste und einer nebst dieser die Küste von Rügen berührt haben. An der Nordsee finden wir 2 bis 3, an der Ostsee ostwärts bis Pommern 4 Sturmtage, mit Ausnahme der mehr geschützten Mecklenburgschen und Holsteinschen Küste; weiter im Osten aber begegnen wir in der Tabelle von Rixhöft bis Brüsterort 12 und im äußersten Osten noch 5 Sturmtagen. Lassen wir die Fälle mit der Gruppenwindstärke 0 fort, die wesentlich von dem Vorkommen und Verhalten exponierter Stationen (also auch in höherem Grade von der Subjektivität der Stärkeschätzung) abhängen, so hatte die Nordsee und ebenso jenes zurückliegende windgeschützte Gebiet der westlichen Ostsee gleichmäßig je 2, die Ostsee aber im allgemeinen 3 bis 4 Sturmtage; doch auch jetzt tritt die Küste von Rixhöft bis Brüsterort mit 10 Sturmtagen ganz heraus und weist insbesondere mehr als dreimal so viele auf als das östlichste Gebiet.

Was die Sturmwarnungen anbetrifft, so gibt die Tabelle zu erkennen, daß die beiden schwersten Stürme meist rechtzeitig, dagegen von den »Darmer-Stürmen« derjenige vom 2./4. zu spät und vom 11./12. nicht gewarnt worden sind, und das letztere auch von der zwischen Rixhöft und Brüsterort am 1. und morgens am 6. beobachteten stürmischen Winden gilt.

Was die Stärke der Stürme anbetrifft, so sehen wir aus der Tabelle III, daß die beiden schwersten Stürme im Osten an Stärke geringer als im Westen waren und daß der Nordoststurm seine größte Stärke über dem Westen der Ostsee erreichte, wo stürmische Winde aus östlichen Richtungen an drei aufeinanderfolgenden Tagen gegen 1 bis 2 Tage in der Umgebung beobachtet worden sind.

Tabelle IV.

Gruppe Jan. 1908	Sturmwarnungen. VI IX	IV V	III	II	I	Stürmische Winde. (n) VI IX 31	IV V 12	III 12	II 8	I 32		(Barom.)
1.						—	—	—		c_4^0		(s)
2.						—	—	—	—	c_{24}^0		(f)
3.	—	$h_1^{(n)}$	$h_1^{(n)}$	$h_2^{(n)}$	$h_2^{(n)}$	—	—	b_{28}^0	b_{28}^1	b_{24}^2		(f)
4.	—	s_1	s_1	s_1	s_1	—	—	—	—	a_{28}^0		(s)
5.												
6.	$h_1^{(a)}$ ÷	$h_1^{(a)}$	$h_1^{(a)}$	$h_2^{(a)}$	$h_2^{(a)}$					c_{20}^0	(6.)	(f)
7.						a_{20}^2 *	a_{20}^3	a_{20}^3	a_{20}^3	b_{20}^2		(f)
						a_{24}^0	—	—	—	a^2 IV	7.	(s)
						—	a_8^1	—	—			(f)
8.	$h_3^{(a)}$ *	$h_1^{(a)}$	$h_1^{(n)}$	$h_2^{(n)}$	$h_1^{(n)}$ *	a_8^0 ÷	a_8^1	b_8^1	—	a_8^2 *		(f)
9.	v_2	v_2	v_2	v_2	v_2	a_4^0	a_4^4	a_4^0	a_4^2	a_4^2		(s)
10.	s_1	s_1	—	—	—				a_4^3	a_4^2		(s)
11.						—	—	—	—	c_{24}^0		(f)
12.						—	—	—	—	c_{28}^1		(s)

In Tabelle IV finden sich die erlassenen Anweisungen zum Hissen und Senken der Sturmsignale nebst den beobachteten stürmischen Winden für die Gruppen VI/IX (Nordsee), IV/V (westliche Ostsee), III Rügen und Umgebung, II und I zusammengestellt; zu diesem Zwecke mußten die Gruppenwindstärken und -Richtungen neu bestimmt werden. Durch die Hinzufügung von (f) und (s) in der letzten Spalte wurde angezeigt, ob die stürmischen Winde bei fallendem oder steigendem Barometer aufgetreten sind.

Digitized by Google

In der Tabelle der Sturmwarnungen bedeuten h Anweisung zum Hissen der Signale, v Anweisung zum Hängenlassen (Gefahr noch nicht vorüber) und (s Anweisung zum Senken der Signale; die unteren Indices bei den h, v und s geben an, ob die Sturmwarnung während des Morgendienstes (1), des Nachmittagsdienstes (2) oder während des Abenddienstes (3) auf der Seewarte erlassen worden sind, während a (ev. mit *) und b die Rechtzeitigkeit der Warnung anzeigen und der obere Exponent c hier die entsprechende Bedeutung hat, daß auf die Warnung stürmische Winde nicht gefolgt sind.

Die Tabelle IV zeigt, daß eine Warnung ohne nachfolgenden Sturm nur am Abend des 3. für Gruppe IV/V erlassen worden ist, und es möge hinzugefügt werden, daß die am Nachmittag des 9. ausgegebene Verlängerung der Sturmsignale auch für die Gruppen IX bis III richtig gewesen ist, in dem die stürmischen Winde erst im Laufe der Nacht über diesem Gebiet abflauten, was nicht aus der Tabelle hervortritt. Um auch eine Kritik des Erfolges der Verlängerung von Sturmsignalen am Nachmittag aus der Tabelle IV ablesen zu lassen, ist es nur nötig, bei dem Ausziehen der Winde von Stärke 8 und darüber die nach 8 Uhr abends beobachteten zu kennzeichnen und dann in der Tabelle III und IV etwa die Windstärken in Klammer zu stellen, um anzuzeigen, daß die stürmischen Winde noch in der Nacht fortgedauert haben.

Bei einer Kritik des Erfolges des Sturmwarnungswesens ist es von der größten Wichtigkeit, neben den zu spät und überhaupt nicht gewarnten Stürmen auch diejenigen Fälle zu beobachten, wo eine Warnung ohne nachfolgende Stürme ausgegeben wurde, oder kurz, neben den Überraschungsstürmen ebenso die Fehlwarnungen zu beachten. Es ist nicht in geringerem Grade die Aufgabe, rechtzeitig zu warnen, als nicht umsonst zu warnen, da erfahrungsmäßig das Vertrauen zu dem Sturmwarnungswesen durch häufiges verfehltes Warnen ohne nachfolgende stürmische Winde verloren geht. Durch häufigeres Warnen läßt sich die Zahl der Überraschungsstürme wohl auf ein Minimum herabdrücken, aber auf Kosten von Fehlwarnungen, so daß jener Vorteil reichlich aufgewogen wird. Ein seltneres Warnen dürfte unter dem Gesichtspunkt, daß ein solches Vorgehen die Aufmerksamkeit der Schiffsführer auf die Witterung mehr wach erhält, den Vorzug verdienen, wenn auch selbstverständlich das Bestreben des Sturmwarnungswesens immer darauf gerichtet sein muß, tunlichst zeitig die Kunde einer drohenden Gefahr zu verbreiten.

Tabelle V. **Sturmphänomene.**

Januar 1908	VI/IX	IV/V	III	II	I
1.					c_4^0
2. 4.	—	-	b_{20}^0	b_{20}^1	b_{24}^2
6.					c_{20}^0
6. 7.	a_{24}^4 ✳	a_{20}^4	a_{20}^4	a_{20}^4	b^2 IV
7. 10.	a_8^3	a_8^4	b_8^1	a_4^2	a_8^2 ✳
11./12.					c_{24}^1

Einen Überblick über die Sturmerscheinungen und den Erfolg der Warnungen in etwas gedrängterer Form gibt die Tabelle V, die die stürmischen Tage zu Sturmphänomenen, entsprechend den verschiedenen Sturmerregern, zusammenfaßt. Sie ist aus Tabelle IV, entsprechend der oben angeführten Abhandlung, in der Weise abgeleitet, daß als Stärke-Index je die höchste an einem Tage beobachtete Gruppenwindstärke gesetzt wurde und daß alle an den verschiedenen Tagen beobachteten Gruppenwindrichtungen vereinigt wurden. In sehr knapper Form läßt sie die Häufigkeit und die Ausdehnung der Sturmphänomene sowie deren größte Stärke und die Richtung der Stürme erkennen, sowie entnehmen, wie weit eine rechtzeitige Warnung der verschiedenen Küstengebiete erfolgt ist.

Die Strömungen in der Belle Isle-Straße.

Nach einem kanadischen Bericht bearbeitet von Dr. L. Mecking.

(Hierzu Tafel 9.)

Die hydrographischen Forschungen, welche die kanadische Regierung seit 1890 in den Küstengewässern ihres Gebietes durch die »Tidal and Current Survey« betreiben läßt, haben schon in den ersten Jahren vor allem dem Golf von St. Lorenz gegolten, und die amtlichen Berichte, welche der Leiter dieser Untersuchungen W. Bell Dawson über die Ergebnisse veröffentlicht hat, sind in dieser Zeitschrift von G. Schott bearbeitet worden.[1]) Schon damals hatte sich im ganzen folgendes ergeben: 1. In dem Golf ist eine konstante Wasserbewegung lediglich an der westlichen Seite zu finden, und zwar geht sie als ein Gemenge von Fluß- und Golfwasser von der Mündung des St. Lorenzstromes aus längs der Küste von Neu-Braunschweig nach der Cabot-Straße und durch diese in den Atlantischen Ozean hinaus, während an der gegenüberliegenden Seite dieser Straße eine Strömung aus dem Ozean in den Golf eintritt und längs der Westküste Neufundlands nordwärts setzt[2]); erst in zweiter Linie macht sich in der konstanten Strömung ein Gezeitenelement geltend; 2. In dem anderen Ausgang des Golfes, der Belle Isle-Straße, steht im Gegenteil der Gezeitencharakter der Strömung durchaus im Vordergrund.

Die Belle Isle-Straße, die von dem ganzen Golfbereich die größte Bedeutung für die kanadische Handelsschiffahrt besitzt, weil sie auf einer kürzeren Route nach England als die Cabot-Straße liegt, hat nunmehr im Sommer 1906 nochmals ausschließlich das Arbeitsfeld Dawsons gebildet; die früheren Erkenntnisse über den Charakter ihrer Strömungen sind dadurch bestätigt, aber auch beträchtlich ergänzt und vertieft worden. Das möge im folgenden kurz dargestellt werden auf der Grundlage des von W. Bell Dawson, dem »Engineer in Charge« veröffentlichten Berichtes: »The currents in Belle Isle-Strait from investigations of the Tidal and Current Survey in the seasons of 1894 and 1906, Ottawa 1907«.

Die Belle Isle-Straße verläuft ostwestlich (mw.).[3]) Sie hat auf 50 Meilen ihrer Länge eine Breite von 10 bis 18 Meilen, darüber hinaus erweitert sie sich an beiden Enden rasch. Unmittelbar vor den beiden Küsten ist das Wasser tief, mindestens 50 m. An der schmalsten Stelle der Straße überschreitet die Wassertiefe nicht 65 m. Der Boden ist fast überall kahler Fels, in welchem einzelne Rücken parallel mit der Richtung der Straße ziehen.

Die Beobachtungen wurden 1894 vom 7. Juli bis 9. August und vom 5. bis 25. September, 1906 durchgehends vom 7. Juni bis zum 22. September Tag und Nacht ununterbrochen ausgeführt und zwar einmal vom Schiffe aus, das an verschiedenen Stationen nacheinander verankert wurde, 1906 außerdem noch von einem Schoner aus, der die ganze Saison an einer Stelle in der Mitte der Straße verblieb, und endlich durch einen selbstregistrierenden Flutmesser in der Forteau-Bai, nahe dem westlichen Ausgang der Straße (vgl. die Kartenskizze, Tafel 9). Das Schiff arbeitete 1894 abwechselnd auf 6 Stationen 354 Stunden, 1906 auf 11 Stationen 1113 Stunden. Die Arbeiten bestanden vor allem in direkten Strommessungen, die jede halbe Stunde in der Tiefe von $5^1/_2$ m, außerdem zuweilen in 45 m Tiefe, d. i. ungefähr zwei Drittel der Tiefe der Straße, vorgenommen wurden, um das Verhältnis der Tiefenströmung zur Oberflächenströmung festzustellen; diese Messungen in der Tiefe ließen sich aber nur bei Tage und in ruhigem Wetter ausführen. Die hierzu verwendeten Methoden und Instrumente sind bereits früher[4]) ausführlich beschrieben. Dazu sind noch die Wassertemperaturen in verschiedenen Tiefen sowie die Witterungs- und Eisverhältnisse

[1]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1896, S. 221—230; 1897, S. 116—122, 542—547; 1901, S. 124.

[2]) Die Tendenz dieser Oberflächenbewegungen ist auf einer Karte dargestellt in »Ann. d. Hydr. usw.« 1897, Tafel 27.

[3]) Auch alle Windrichtungen sind im folgenden mißweisend zu verstehen, die Deklination beträgt 34° W.

[4]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1896, S. 223—225.

Digitized by Google

beobachtet worden, aber leider scheint nicht wie bei den früheren Vermessungen auch der Salzgehalt berücksichtigt worden zu sein. Die Vermutung liegt indes nahe, daß mit den großen Veränderungen der Strömungen auch der Salzgehalt des Wassers beträchtlichen Schwankungen unterliegt; die gleichzeitige Messung desselben dürfte deshalb hier erwünscht sein, hat sich auch bei den übrigen Forschungen im St. Lorenzgolf besonders bewährt und sollte überhaupt nie bei Strömungsuntersuchungen unterlassen werden.

Eine alte, verbreitete Anschauung über die Strömung in der Belle Isle-Straße war die, daß ein ständiger Strom vom Ozean her durch die Straße gehe, den Golf passiere und durch die Cabot-Straße wieder austrete. Sie war offenbar gestützt auf die Trift der Eisberge des Labradorstromes, die in der Tat gelegentlich in die Belle Isle-Straße hineinsetzt. Aber erstens geschieht das nur bei einem verhältnismäßig geringen Prozentanteil jener Eisberge, während die meisten draußen vorüberziehen, zweitens läßt sich diese zeitweilige Trift auch ohne konstanten Strom erklären, und drittens setzt sie sich nicht etwa durch den Golf bis zur Cabot-Straße fort, was nach jener Ansicht doch zu erwarten wäre.[1]) Jene Anschauung ist denn auch schon in den erwähnten früheren Veröffentlichungen Dawsons als unzutreffend erkannt worden und kann ebenso nach den jüngsten Forschungen nicht nachdrücklich genug zurückgewiesen werden, zumal in Anbetracht ihrer Gefahr für die Schiffahrt. Der lange Bestand dieses Irrtums erscheint übrigens um so merkwürdiger, als nach einer neuen Feststellung Dawsons schon im Jahre 1854 durch M. H. Warren der wahre Charakter der Strömung wenigstens der Hauptsache nach erkannt und in einem Bericht an das Kolonialsekretariat von Neufundland vertreten worden war. Das ist nämlich der Gezeitencharakter. Zu dem Gezeitenelement tritt dann nur noch eins hinzu, welches ebenfalls in der Richtung variiert, aber ganz unregelmäßig; es möge im folgenden im Gegensatz zu jenem als »das Element der zeitweilig herrschenden Strömung« (Dawsons »dominant flow«) bezeichnet werden.

I. Das Gezeitenelement.

Der Flutstrom setzt westwärts d. h. vom Ozean her in die Straße hinein, der Ebbestrom ostwärts d. h. in den Ozean hinaus. Der Strom hat im allgemeinen in beiden Richtungen ziemlich gleiche Stärke und zwar 2 bis 3 Knoten. Er hängt bis ins einzelne eng mit dem Charakter der Tide zusammen. Diese hat in der Straße nach den Angaben des Pegels von der Forteau-Bai einen Tidenhub, der im Mittel bei Springtide 1 m, bei Nipptide $^1/_2$ m und im Maximum (bei täglicher Ungleichheit) $1^1/_2$ m erreicht. Im Typus ähnelt sie der gewöhnlichen Tide des offenen Nordatlantischen Ozeans an diesen Küsten, z. B. der zu Halifax. Sie unterscheidet sich von dieser Nordatlantischen nur durch die sehr scharf ausgesprochene tägliche Ungleichheit, die fast so stark ist wie die halbmonatliche. Dagegen ist der Einfluß des Mondabstandes, die bezeichnendste Eigentümlichkeit der Tide in der Fundy-Bai, hier äußerst geringfügig.

Von dieser Tide der Belle Isle-Straße also spiegelt sich jeder einzelne Zug auch im Strome wieder: 1. seine Stärke wechselt ganz nach Art der Tide von der Spring- bis zur Nippzeit; 2. wann die tägliche Ungleichheit sehr ausgesprochen ist (Monddeklination groß), dann wechselt auch die Stromstärke entsprechend, und zwar ist dies sogar die ausgesprochenste ihrer Änderungen, so daß sie in ihrem Maximalbetrag die zwischen Spring- und Nipptide bestehende übertrifft; 3. der verschiedene Mondabstand im Perigäum und Apogäum hat keinen merklichen Einfluß auf den Strom; 4. jede Unregelmäßigkeit in der Tidenkurve ist in gleicher Weise erkennbar im Strome.

Dieses den Gezeiten entsprechende Strömungsbild erhält aber eine große Komplikation durch eine dazutretende Tendenz eines stärkeren Fließens in der einen oder anderen Richtung, d. h. durch:

[1]) Vgl. »Die Eistrift aus dem Bereich der Baffinbai«, Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde zu Berlin, Heft 7, S. 51—52.

Digitized by Google

II. Das Element der zeitweilig herrschenden Strömung.

Dieses Element tritt in großem Gegensatz zu jenem des Tidenstromes in ganz unregelmäßigen Zeiten auf, auch mit ganz verschiedener Dauer (von 2 Tagen bis zu 2 Wochen) und in verschiedener Stärke. Zu Zeiten, wo die Tidenströme gerade schwach sind, vermag es das Kentern des Stromes völlig zu hindern und somit einen dauernden Gesamtstrom nach einer Richtung hervorzurufen, der dann nur noch in seiner Stärke die Variation der Gezeiten zum Ausdruck bringt. Unverwischbar vorhanden allerdings bleibt das Gezeitenelement unter allen Umständen.

Dem Betrage nach ist das Element der zeitweilig herrschenden Strömung für jeden einzelnen Tag aus den regelmäßigen Strommessungen bestimmbar; sein Betrag ist nämlich einfach die Differenz der Geschwindigkeit der verschiedenen Gezeitenströme während einer vollständigen, d. i. fünfundzwanzigstündigen, Gezeitenperiode. Vollständig muß sie hierzu allerdings sein mit Rücksicht auf die tägliche Ungleichheit. Es genügt zur Berechnung die Beobachtung der vier Maximalgeschwindigkeiten von Ebbe und Flut im Laufe des Tages; doch wurden die Extremwerte genauer bestimmt, nämlich durch halbstündliche Beobachtungen während der betreffenden Tage.

Im Durchschnitt kann das Stromelement erheblich über 1 Knoten Geschwindigkeit erreichen. Dabei erfaßt es beinahe immer den gesamten Wasserkörper in gleicher Weise von der Oberfläche bis zum Boden. Darum ist es ihm auch zuzuschreiben, wenn die Straße gelegentlich für längere Zeit von Eisbergen besetzt oder auch wieder befreit wird. In den beiden Jahren 1894 und 1906 brachte ein solcher »Dominant flow« von mehreren Tagen noch im September Eisberge in die Belle Isle-Straße.

Die längsten Perioden, in denen der zeitweilig herrschende Strom beobachtet wurde, waren die vom 18. bis 29. Juni 1906 und 30. August bis 15. September 1906. In beiden Fällen floß er westwärts, im ersten anfangs mit 0.64 und später mit 0.21 Knoten; im zweiten Falle erreichte er vorübergehend den Maximalbetrag von 1.72 Knoten. Die größten beobachteten Tageswerte waren

ostwärts 31.20 Knoten am 31. Juli,
westwärts 40.56 Knoten am 10. September.

Die durchschnittlichen Tagesbeträge waren

ostwärts 16.32 Knoten,
westwärts 15.60 Knoten.

Wie man sieht, sind auch schon die aus dem kurzen Zeitraum gewonnenen beiden Mittelwerte sehr nahe gleich, was nochmals für die oben betonte Abwesenheit einer einseitig vorherrschenden Strömung spricht.

Die Erklärung der zeitweilig herrschenden Strömung kann wegen der Unregelmäßigkeit ihrer Erscheinung nicht in irgendwelchen astronomischen Ursachen und, wie die gleichzeitigen meteorologischen Beobachtungen lehren, auch nicht in lokalen Windverhältnissen gesucht werden; wenigstens sind lokale Windtriften, wie weiter unten noch näher ausgeführt wird, im Sommer sehr selten, halten auch nie so lange an und bleiben im allgemeinen auf eine mehr oder weniger dünne Oberflächenschicht beschränkt, während der fragliche Strom ja die ganze Wassermasse umfaßt. Dawson will deshalb vielmehr in Differenzen des Luftdrucks über weiten Gebieten die treibende Kraft erblicken. Es scheint dabei an direkte Druckwirkung gedacht zu sein; doch ist vielleicht noch einleuchtender die Annahme, daß nicht der Druckunterschied selbst, sondern der infolge davon über weitem Gebiet herrschende Wind im Bereich des St. Lorenzstromes solche Saug- und Stauwirkungen hat, daß davon die Kommunikation des Golfes mit dem Ozean durch die Cabot-Straße und Belle Isle-Straße in Mitleidenschaft gezogen wird. Für die Erklärung spricht einmal der Umstand, daß unperiodische Änderungen des Mittelwasserniveaus in der Straße sich aus den Gezeitenkurven erkennen lassen. Ebenso scheinen Beziehungen zu den Jahreszeiten vorhanden zu sein; im Mai und Juni ist die häufigere Richtung westlich, im Juli und August östlich, im September und Oktober wieder westlich. Ferner soll auch der Labradorstrom kurzfristige Schwankungen direkt beobachten

Digitized by Google

lassen.[1]) Dawson beruft sich für diese interessante Bemerkung auf das Zeugnis von Mr. I. H. Penney. Danach hat der Labradorstrom zwischen Roundhill Island und Battle Harbour, also unmittelbar nördlich von der Belle Isle seine mittlere Geschwindigkeit während der vorherrschenden, d. i. westlichen und südwestlichen Winde. Bevor ein Nordoststurm aufkommt, wird er umgewendet und setzt nach Norden, also »into the weather«, wie es auch von den Strömungen an den südlichen Küsten Neufundlands bekannt ist.[2]) Nach dem Sturm strömt er mit großer Stärke wieder südwärts. Dem Problem weiter nachzugehen, dafür sind leider die Beobachtungen im Labradorstrom selbst offenbar zu dürftig. Doch könnte ein erheblicher Fortschritt wohl auch erzielt werden, wenn die kanadischen Vermessungen sich durch zwei Schiffe gleichzeitig auf die beiden Pforten des St. Lorenz-Golfes ausdehnen ließen. Immerhin hat, wie Dawson kurz mitteilt, R. F. Stupart, Director of the Meteorological Service, einen ersten Vergleich der zeitweilig herrschenden Belle Isle-Strömung mit den meteorologischen Verhältnissen vorgenommen und einigen Anhalt dafür gefunden, daß sie zum nordsüdlichen Luftdruckgradienten in Beziehung steht, der seinerseits natürlich mit den Neufundland passierenden Depressionen zusammenhängt.

Einen praktischen Anzeiger der zeitweilig herrschenden Strömung hat der Schiffsführer in der An- oder Abwesenheit freischwimmender Eisberge in der Straße, ein Anzeichen, das auch völlig unabhängig davon ist, welche Ursache den Strom hervorbringen mag. Außerdem faßt Dawson als die besten rohen Anhaltspunkte noch folgende zusammen:

Wenn das Barometer steigend oder hoch und ständig ist, so ist Wahrscheinlichkeit für herrschenden Strom in Ostrichtung vorhanden, so daß um etwa $1^1/_2$ Knoten die Geschwindigkeit des Ebbestromes verstärkt, die des Flutstromes vermindert sein würde. Bei einer südlich vorüberziehenden Depression und unsicherem Wetter dagegen ist die Wahrscheinlichkeit Weststrom. Fast sicher kann er erwartet werden nach einem Sturm aus Nord oder Nordost und zwar dann im Betrage von meist $1^3/_4$ Knoten, um die also die Geschwindigkeit der Flut vermehrt, die der Ebbe vermindert wäre. Im Sommer ist häufiger der Ost-, im Frühjahr und Herbst eher der Weststrom zu gewärtigen. Keine verläßlichen Anzeichen geben Lokalwind und Wassertemperatur. Die letztere fällt zwar im ganzen ein wenig mit herrschendem West- und steigt mit herrschendem Oststrom, wie leicht erklärlich ist; aber die Störung der Oberflächentemperatur durch Stürme (siehe Kapitel VII) ist bedeutend größer.

III. Die wirkliche Gesamtströmung.

Nach den vorstehenden beiden Kapiteln setzt sich die Strömung in der Belle Isle-Straße aus zwei Elementen, einem regelmäßigen und einem unregelmäßigen zusammen. Immer hat deshalb der Gesamtstrom seine regelmäßige Periode in der Stärke, aber nicht immer in der Richtung, da gelegentlich durch das zweite Strömungselement, den »dominant flow«, der Gezeitenstrom gänzlich überwunden d. h. am Kentern verhindert werden kann, wenn entweder jener herrschende Strom besonders stark oder das Gezeitenelement besonders schwach ist. Das letztere kann eintreten bei Nipptide und bei großer täglicher Ungleichheit. Im Falle der Nipptide kann das Gezeitenelement für die ganze fünfundzwanzigstündige Periode überwunden werden, so daß der Strom überhaupt nicht kentert, im andern Falle nur für die halbe, der kleineren Tide entsprechende Periode, so daß der Strom nur einmal am Tage zum Kentern kommt.

Da in dem Gezeitenelement der Belle Isle-Straße sowohl die halbmonatliche wie die tägliche Ungleichheit zum Ausdruck kommt, so kann man jenes auch aus zwei Perioden und somit den Gesamtstrom aus folgenden drei Perioden zusammengesetzt sich denken:

[1]) Unperiodische Schwankungen von längerer Dauer sind bereits von W. Meinardus theoretisch angenommen; vgl. z. B. »Ann. d. Hydr. usw.« 1904, S. 357—358.

[2]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 148.

Digitized by Google

1. Synodischer Mondumlauf, bewirkend bei Voll- und Neumond Springtiden mit starkem Strom,
« « « bei 1. u. 3. Viertel Nipptiden mit schwachem Strom.
2. Tropischer Mondumlauf, « bei größter Deklination größte tägliche Ungleichheit,
« « « bei kleinster Deklination (Äquator) keine tägliche Ungleichheit.
3. Unregelmäßige Periode, herrschenden Strom östlich und westlich, stark und schwach,
« « « keinen herrschenden Strom.

Diese verschiedenen Faktoren also kombinieren sich nach allen Möglichkeiten und bringen so die größte Mannigfaltigkeit in den Strom, besonders hinsichtlich der Stärke. Die hiernach theoretisch möglichen Grenzwerte sind in Knoten aus folgender Tabelle ersichtlich:

Gezeitenstrom allein (ohne herrschenden Strom)	Ohne tägliche Ungleichheit (Mond am Äquator)		Mit täglicher Ungleichheit (Größte Monddekl. N oder S)	
	Flut (W)	Ebbe (O)	Flut oder Ebbe	Ebbe oder Flut
Springtiden	1.50	1.50	2.27	0.72
Nipptiden	0.68	0.68	1.04	0.32

Herrschender Strom in größter beobacht. Geschwindigkeit		Tägliche Ungleichheit im Maximum			
		Stärkere Ströme		Schwächere Ströme	
		Flut (W)	Ebbe (O)	Flut (umgewendet)	Ebbe (umgewendet)
W — 1.72	Springtiden	3.99	. . .	. . .	— 1.00
	Nipptiden	2.76	. . .	. . .	— 1.40
O — 1.40	Springtiden	. . .	3.67	— 0.68	. . .
	Nipptiden	. . .	2.44	— 1.08	. . .

Die Extremwerte wie sie unter solchen Kombinationen von Bedingungen wirklich beobachtet wurden, enthält die folgende Tabelle:

	Flut (W)	Ebbe (O)	Flut (umgewendet)	Ebbe (umgewendet)
1894	3.39	2.49	— 0.22	— 1.33
1906	3.45	2.83	— 1.02	— 1.43

Einige beliebige andere Kombinationen zeigen die Kurventafeln: Tafel 3 in »Ann. d. Hydr. usw.« 1897 sowie Tafel 9 von diesem Heft.

Jene erste läßt deutlich die tägliche Ungleichheit in Strom- wie Tidenkurve hervortreten; der Mond war nämlich in dieser Zeit (19.—21. September 1894) nahe dem Maximum seiner nördlichen Deklination. Sie zeigt ferner im ganzen geringe Amplituden der Kurven, weil dieser Tidenabschnitt kurz vor den Nipptiden lag. Das Kurvenpaar (1) auf Tafel 9 dieses Heftes stellt dagegen einen Abschnitt um die Springtiden dar (20.—24. August 1906) und weist darum in beiden Kurven bedeutende Ausschläge auf. Die tägliche Ungleichheit dagegen ist nur im Anfang des Abschnitts groß und nimmt weiterhin ab bis zum 23. August, wo der Mond bereits den Äquator überschritt. Der im Kurvenpaar (2) auf Tafel 9 wiedergegebene Abschnitt (9.—14. Juli 1906) nähert sich der Zeit der Nipptiden, die am 13. erreicht werden und in der Tide wie im Strom sich ausprägen. Ferner nimmt die tägliche Ungleichheit ab bis zum 12., wo der Mond den Äquator erreicht. Endlich ist in den ersten Tagen ein vorherrschender Oststrom erkennbar, welcher nur noch ein einmaliges Kentern der mit der täglichen Ungleichheit behafteten Gezeit gestattet. Ein noch stärkeres Element des zeitweilig herrschenden Stromes spricht sich in der Kurve (3) Tafel 9 aus, das der Zeit vom 30. Juli bis 2. August entspricht. Hier überwindet der herrschende

Digitized by Google

Oststrom das Tidenelement so weit, daß das Kentern des Stromes dreimal hintereinander ausbleibt. Die Kurven (4) vom 10.—11. September spiegeln endlich einen stark vorherrschenden Weststrom neben dem Gezeitenelement wieder.

IV. Vertikale Verschiedenheit der Strömung.

Während das Kentern der Gezeitenströme sich in allen Wasserschichten fast ganz gleichzeitig, selten mit einem Unterschied von 15 bis 20 Minuten, vollzieht und ähnlich die Zeiten der Maxima übereinstimmen, herrscht eine gewisse Verschiedenheit in bezug auf die Drehung des Stromes. An der Oberfläche dreht er vollkommen rund um die Kompaßrose, bei Hochwasser über Nord und bei Niedrigwasser über Süd, so daß Nord- und Südrichtung das Stillwasser andeuten; in der Tiefe dagegen (in 45 m) schlägt der Strom schärfer aus der einen in die entgegengesetzte Richtung um.

Auch die Dauer der Tide unterscheidet sich nach der Tiefe, allerdings nur sehr wenig, und zwar je nach dem zeitweilig herrschenden Strom. Wenn derselbe westwärts, also in der Flutrichtung, setzt, so dauert die Flut an der Oberfläche etwas länger als in der Tiefe, die Ebbe hingegen weniger lang; der Unterschied beträgt 12 bis 15 Minuten. Ist hingegen der herrschende Strom ostwärts, also mit dem der Ebbe gerichtet, so dauert die Ebbe an der Oberfläche länger als in der Tiefe und die Flut weniger lang. — Das entspricht dem gewöhnlichen Verhalten eines fließenden Wassers und bestätigt die Auffassung, daß der »zeitweilig herrschende Strom« nicht durch direkten Wind verursacht ist, da er dann im Gegenteil an der Oberfläche stärker sein müßte.

V. Zeitliche Beziehung zwischen Strömung und Wasserstand.

Die Gezeitenströme stehen in den meisten Straßen und Flußmündungen in einem gewissen konstanten Verhältnis zum Fallen und Steigen der Tide. Für praktische Zwecke empfiehlt es sich deshalb, die Zeit des Stillwassers in ihrer Beziehung zur Zeit von Hoch- und Niedrigwasser festzulegen; alsdann kann die Stillwasserzeit stets einer Tidentafel entnommen werden. Aber für die Belle Isle-Straße ist jene Bestimmung erschwert durch die vom zeitweilig herrschenden Strom herrührende Kompliziertheit; hier gibt es kein konstantes Zeitintervall mehr zwischen Stromstille und Wasserstand. Aber es gibt ein anderes Moment der Gezeitenbewegung, welches sein konstantes Zeitverhältnis zur Tide unter allen Umständen behält, d. i. der Zeitpunkt der maximalen Stromstärke; er steht notwendig in direkter Beziehung zur Zeit der halben Tide und bleibt auch bei einseitig vorherrschendem Strom von noch so beliebiger Stärke stets erkennbar. Denn dieser bewirkt, wie die Kurven lehren, nicht eine Änderung in der Gezeitenfluktuation selbst, sondern er fügt derselben nur eine Konstante bei, indem er die ganze Kurve um einen bestimmten Ordinatenbetrag über oder unter die Achse verlegt. Die Maxima der Stromkurve können also der Zeit nach durch keinen herrschenden Strom verschoben werden.

Aus diesem Umstand, daß die Strommaxima ihr bestimmtes Zeitverhältnis unbedingt bewahren, erhellt unmittelbar der Vorteil von Messungen, welche die Stromgeschwindigkeit aufs genaueste fortlaufend registrieren. Danach lassen sich stets richtig bleibende Stromtafeln herstellen, welche die Zeit des maximalen Ebbe- und Flutstromes aus den Zeiten der halben Tide abzuleiten gestatten mit Hilfe des konstanten Zeitintervalls. Solche Tafeln werden also wenigstens zeigen, wann ein Schiff den stärksten oder schwächsten Strom für oder gegen sich in seiner Fahrtrichtung hat. Um auf Grund hiervon auch den absoluten Betrag der Stromstärke zu finden, muß das Element der zeitweilig herrschenden Strömung in Rücksicht gezogen werden, wofür einige praktische Anhaltspunkte oben angeführt sind.

Aus den Beobachtungen der ganzen Saison 1906 ist die Zeit der maximalen Stromstärke (bzw. der minimalen bei umgewendetem Strom) in bezug auf den Moment der Halbtide der Forteau-Bai bestimmt, und zwar zu folgenden Werten:

Digitized by Google

Auf Station[1]	Mittel aus Beobachtungen	Stunde	Minuten
P	36	1	35
Q und R	15	1	26
T	18	1	16
U und V	17	1	16
Zeit der Maximalstärke nach der Halbtide im Mittel		1	26

Die Zeit des Stillwassers beträgt nach dem Eintritt des Hoch- oder Niedrigwassers in der Forteau-Bai 1 Stunde 41 Minuten in dem Durchschnitt der Beobachtungen von 1894 und 1906.

VI. Beziehungen zwischen Strömung und Wind.

Die Vermessungen haben als sicher ergeben, daß kein Sturm das Wasser bis in größere Tiefe als 35 bis 45 m beeinflußt, wenigstens im Sommer. Das beste Erkennungszeichen für jede vorübergehende Störung durch direkten Windeinfluß ist deshalb nach Dawson eine Differenz zwischen Oberflächen- und Tiefenstrom (vorausgesetzt natürlich homogenes Wasser). Im allgemeinen ergab sich in beiden Vermessungsjahren aus einem Vergleich mit den meteorologischen Beobachtungen die bemerkenswerte Tatsache, daß der trifterzeugende Effekt lokaler Winde recht gering ist.[2]) Oft setzt der Tidenstrom direkt in kräftigen Wind. Das beste Beispiel einer wirklichen Windtrift dagegen fand Dawson 1894 am westlichen Ausgang der Straße, wo am 31. Juli bis 3. August auf drei quer über die Straße gelegten Stationen ein Oststrom mit den Geschwindigkeiten 1.19, 0.79 und 1.37 Knoten festgestellt wurde. Solche können hier an der Erweiterung der Straße nicht mehr vom Gezeitenstrom allein verursacht werden. Es hatte aber in der vorhergehenden Woche der Wind mit rund 10 m p. Sek. an fünf Tagen aus Westen und nur an zwei Tagen dazwischen aus Osten geweht, und so war ein Strom nach Osten erzeugt worden in einer Schicht von 10 bis 15 m Dicke. Eine solche vorübergehende Windtrift ist also wohl zu unterscheiden von dem ebenfalls vorübergehenden, aber die ganze Wassermasse umfassenden »dominant flow«. — Ein anderes Mal, als 19 Tage lang die Gezeitenströme sehr regelmäßig und nicht durch einen »dominant flow« gestört waren, hatte während dieser Zeit der gesamte Windweg aus westlichen Richtungen fast die vierfache Länge von dem aus östlichen, und infolgedessen war der Strom, sobald er entsprechend der Gezeit nach Osten setzte, an der Oberfläche um 32% stärker als in der Tiefe, wenn er dagegen nach Westen setzte, nur um 3%. — 1906 herrschte vom 30. Juni bis 3. Juli ein Sturm, der schließlich die Stärke 20 m p. Sek. erreichte; bei Belle Isle wehte während der ganzen Zeit der Wind aus West mit der mittleren Geschwindigkeit 9 m p. Sek. Damals war mitten in der Straße so gut wie gar keine Störung des Oberflächenstromes nachweisbar.

Es ist dagegen umgekehrt nicht selten, daß der Gezeitenstrom den Wind etwas beeinflußt; wenn nämlich bei unbeständigem Wetter eine Änderung eintreten will, so verbindet sie sich vielfach gerade mit Stillwasser. Solche Witterungsänderungen mit der Tide bei wechselndem Wetter sind auch am unteren St. Lorenz geläufig.

Zusammenfassend läßt sich also über den direkten Einfluß lokaler Winde auf die Wasserbewegung folgendes sagen:

1. keineswegs setzt der Strom immer mit dem örtlichen Winde;
2. bei unbeständigem Wetter kommt vielmehr der Wind oft mit dem Tidenwechsel auf;

[1]) Die Lage der Stationen ersiehe aus dem Kärtchen auf Tafel 9.

[2]) Weit stärker unterstehen dagegen die Wellen der unmittelbaren Herrschaft lokaler Winde; doch kann auch dieser Einfluß natürlich nicht als groß bezeichnet werden, wenn man ihn mit dem vergleicht, der auf dem offenen Ozean festgestellt ist (vgl. Schott in P. M. Ergänzungsheft 109, S. 82). Einige Zahlenwerte Dawsons seien angeführt. Wellen von 2 m Höhe und 27 m Länge wurden über 70 m tiefem Wasser gemessen nach einem Wind, der 6 Stunden mit der Stärke $15\frac{1}{2}$ m p. Sek. geweht hatte; ein andermal über 58 m Wassertiefe Wellen von 2 m Höhe und 15 m Länge nach einem achtstündigen Wind von durchschnittlich $15\frac{1}{2}$ m p. Sek., endlich über 76 m Tiefe Wellen von $1\frac{1}{2}$ m Höhe und 14 m Länge nach sechsstündigem Wind von $11\frac{1}{2}$ m p. Sek.

Digitized by Google

3. ein Sturm ist nicht imstande, die Richtung der Gezeitenströme umzukehren oder auch nur einen gerade vorhandenen herrschenden Strom stärker zu beeinflussen;
4. der einzige wirkliche Effekt ist eine Verminderung des etwa entgegengesetzten Oberflächenstromes und damit eine geringe Änderung in der Zeit des Kenterns;
5. falls der Einfluß unmittelbar im Sturme selbst größer ist (die Beobachtungen sind stets gleich hinterher gemacht), nimmt der Strom jedenfalls sofort mit dem Nachlassen des Windes seinen gewöhnlichen Charakter an.

VII. Beziehung zwischen Wind und Wassertemperatur.

Im Frühjahr liegt die Oberflächentemperatur nur wenig über 0° C. und unterscheidet sich deshalb nicht viel von der des Unterwassers; aber im Hochsommer steigt jene auf + 7° und sogar auf + 13° C., während das tiefere Wasser, ähnlich wie die tieferen Schichten im ganzen Golf, seine Kälte behält. Im Sommer vermag infolgedessen eine Windstörung, die das Oberflächenwasser der Straße wegtreibt, sich unter Umständen auch durch plötzliche Änderung der Oberflächentemperatur bemerkbar zu machen. So wurde z. B. in der Mitte der Straße von der Red-Bai bis zur Station P (vgl. Karte, Tafel 9) am 16. August 1906 die Oberflächentemperatur 12° C. gemessen. Darauf wehte vom 16. bis 18. August ein Nordoststurm von 17 m p. Sek. Dementsprechend war die Temperatur bereits am 17. auf etwas über 7° und bis zum 20. noch etwas tiefer gesunken. Dahingegen rief ein Nordoststurm am 4. September keine merkliche Änderung hervor, weil davor gerade ein herrschender Strom nach Westen gesetzt hatte, der also kaltes Oberflächenwasser aus dem Atlantischen Ozean hereinführte. Ebenso hatte ein starker Weststurm vom 11. bis 12. September keine erkennbare Änderung zur Folge, während kurz darauf am 14. bis 15. September ein Nordoststurm wieder einen Sturz von $1^1/_2$° C. brachte.

Es scheint danach für den Betrag eines Temperatursturzes bei einem Sturm zweierlei bestimmend zu sein (außer der Stärke und Dauer des Sturmes): einmal in welcher Richtung vorher etwa ein herrschender Strom geflossen war, und dann, ob der Sturm längs der Straße weht und einen oberflächlichen Wasserersatz zuläßt oder quer zur Straße und damit einen stärkeren Ersatz aus der Tiefe fordert. Wie stark besonders ein querab wehender Wind die Oberflächentemperatur erniedrigen kann, zeigte auch in benachbarter Gegend schon ein Beispiel vom Sommer 1903, wo die Temperatur vor der Ostküste Neufundlands einmal um $8^1/_2$° gesunken war.[1])

Eisberge vermögen nach Dawsons Beobachtungen die Temperatur höchstens um 1° C. zu erniedrigen, so daß also aus Temperaturunterschieden ihre Nähe nicht erkannt werden kann.

Die wechselnden Temperaturverhältnisse, wie sie Dawson zu einer Tabelle zusammengestellt hat, mögen auch auf die Fischwanderungen nicht ohne Einfluß sein.

Ein neuer Windrichtungs-Autograph.

Von Dr. O. Steffens, Hamburg, Seewarte.

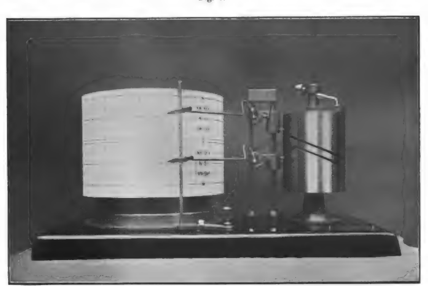
Für die selbsttätige Aufzeichnung der meteorologischen Elemente, des Luftdrucks, der Temperatur, der Feuchtigkeit, des Niederschlags, der Bewölkung und der Geschwindigkeit sowie der Richtung des Windes, sind schon zahlreiche Vorrichtungen ersonnen worden, die ihren Zweck, eine genaue Registrierung der Variationen dieser Elemente zu liefern, z. T. vorzüglich erfüllen. Nur in der Einfachheit lassen sie vielfach noch zu wünschen übrig. Dies gilt insonderheit

[1]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 149.

Digitized by Google

von den Registrier-Apparaten für die Geschwindigkeit und Richtung des Windes und trägt die Hauptschuld daran, daß Anemographen nur an verhältnismäßig wenig Stationen in Betrieb sind. Es erschien mir daher als eine lohnende Aufgabe, vor allem auf die Vereinfachung der meteorologischen Registrierapparate bedacht zu sein; denn mit der Einfachheit wächst die Betriebssicherheit; die Handhabung gestaltet sich leichter, und vor allem sind diejenigen meteorologischen Stationen und auch technischen Anstalten, denen die Aufstellung eines Anemographen wegen zu hoher Beschaffungskosten nicht möglich war, hierzu eher in der Lage. Daß ich mit meinen vor allem auf die Vereinfachung des meteorologischen Instrumentariums gerichteten Bestrebungen wohl auf dem richtigen Wege bin, beweist allein die Tatsache, daß ein neuer »Windrichtungs-Autograph«, den ich hier kurz zu beschreiben gedenke, sich überraschend schnell einführte und in kurzer Zeit an 22 Observatorien zur Aufstellung gelangte.

Fig. 1.



Das Prinzip des neuen Registrierapparats für die Windrichtung besteht in einer Vorrichtung, die drehende Bewegung einer Windfahne mittels eines mit schraubenförmiger Nut versehenen Messingzylinders in eine dem Drehungswinkel proportionale geradlinige zu verwandeln und diese Bewegungen auf einer der Zeit proportional rotierenden Registriertrommel mit Schreibfeder in kontinuierlicher Kurve aufzeichnen zu lassen.

Figur 1 gibt eine Ansicht des Apparats, Fig. 2 einen Abschnitt einer Originalregistrierung. Die Achse der Windfahne ist abwärts verlängert und mit einem leicht drehbaren Messingzylinder verkoppelt, der infolgedessen an ihren Bewegungen teilnimmt. Um die Drehbewegung in eine geradlinige zu verwandeln, ist eine schraubenförmige Vertiefung im Zylinder ausgefräst, in welche der Zapfen eines Schlittens eingreift, so daß dieser bei einer Drehung des Zylinders auf- oder abwärts gleitet. Die Nut ist so eingerichtet, daß der Schlitten bei der Drehung der Fahne von Nord nach Süd abwärts, bei der umgekehrten Drehung aufwärts gleitet, so daß er bei einer vollen Drehung um 360° eine hin- und hergehende Bewegung ausführt. Er trägt eine Schreibfeder, die, mit Registriertinte gefüllt, die stattgehabte Windfahnendrehung auf der innerhalb 24 Stunden

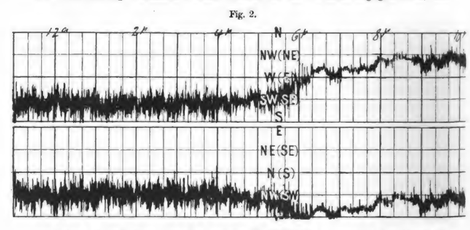
Digitized by Google

einmal rotierenden und mit Koordinatenpapier bespannten Registrierwalze aufzeichnet.

Infolge dieser Einrichtung decken sich auf dem Registrierblatt die westlichen Richtungen mit den korrespondierenden auf der östlichen Seite, d. h. eine Registrierung in der Mitte zwischen der Nord- und Südlinie kann sowohl West als Ost bedeuten; ebenso ist die Nordwestlinie mit der Nordostlinie identisch usw. Deshalb sind auf dem Registrierblatt neben den Bezeichnungen für die westlichen Richtungen die entsprechenden östlichen in Klammern beigegeben wie in Fig. 2 deutlich erkennbar ist.

Um nun stets Gewißheit darüber zu haben, ob der Wind aus westlichen oder östlichen Richtungen wehte, war bei einem früheren Modell die Vorrichtung getroffen, daß eine zweite Registrierfeder unterhalb der Kurve eine horizontale Linie aufzeichnete, die ihre Höhenlage stets um 2 mm veränderte, wenn die Windfahne von der westlichen auf die östliche Seite von der Nord—Süd-Richtung überging. Diese Einrichtung aber wurde verlassen, weil die registrierten Kurven, wenn sie am Rande, d. h. an den Übergängen von der West- auf die Ostseite, gezeichnet wurden, bisweilen einen klaren Überblick über die Variationen der Windrichtung vermissen ließen. Deshalb ist die Veränderung getroffen, daß

Fig. 2.



die zweite Schreibfeder eine der oberen Kurve genau identische Registrierung der Windrichtung liefert, jedoch in der Weise, daß sie in der Mitte des Koordinatennetzes verläuft in den Fällen, wo die obere Kurve sich am Rande hinzieht und umgekehrt. Dies wird dadurch bewirkt, daß in den Messingzylinder unterhalb der beschriebenen schraubenförmigen Nut eine zweite ihr völlig gleiche Nut eingefräst ist, die jedoch gegen die obere um 90° gedreht erscheint. Durch sie wird die zweite Schreibfeder bewegt. Ob beispielsweise zwischen 6 und 7 Uhr (Fig. 2) Ost- oder Westwind geherrscht hat, entscheidet sofort ein Blick auf die untere Kurve, welche West angibt. Auf diese Weise erhält man in allen Fällen eine eindeutige und klar übersichtliche Registrierung der Windrichtung.

Schließlich sei noch eine Einrichtung an dem Apparat erwähnt, die sich bei stürmischen Winden sehr vorteilhaft erwiesen hat. Bekanntlich unterliegt die Windfahne dann starken Schwankungen, die bei anderen Windrichtungs-Registrierapparaten eine so breite Kurve erzeugen, daß man eine Mittellinie kaum noch hindurchzulegen vermag, und die kleineren Variationen ganz verloren gehen. Darum ist Vorkehrung getroffen, um in solchen Fällen die Breite der Kurve zu reduzieren. Die Vorrichtung hierfür besteht aus einem Anschlaghebel mit einem Stöpsel. Dieser Hebel ist mit der Fahnenstange fest verbunden, kann um die Achse des Zylinders schwingen und schlägt an eine auf dem Zylinder angebrachte Schiene. Je nachdem nun der Stöpsel der Achse nahe oder weit

Digitized by Google

von ihr entfernt ist, wird ein mehr oder weniger großes Stück der Drehung des Zylinders ausgeschaltet, so daß auf diese Weise gleichsam ein »toter Gang« erzeugt wird.

Faßt man die Vorzüge des neuen Apparates zusammen, so ergibt er erstens eine kontinuierliche, sowohl bei leichten als auch bei stürmischen Winden klar erkennbare Registrierung der Windrichtung; zweitens erfolgt die Registrierung in geradlinigen Koordinaten und auf einer bequem auswechselbaren Registriertrommel; ferner liefert der Apparat stets zwei Kurven, was sehr erwünscht ist, da es bei jedem meteorologischen Registrierapparat einmal vorkommt, daß die Registrierung wegen Abnutzung oder Verstopfung der Schreibfeder usw. versagt. Der Hauptvorzug aber besteht in seiner großen Einfachheit, so daß Betriebssicherheit gewährleistet ist und die Herstellungskosten außerordentlich gering sind. Er schließt sich hierin sehr nahe den bekannten einfachen Barographen und Thermographen der Richardschen Konstruktion an.[1])

Über die Lehrmethode in den geometrischen Hilfsfächern der Nautik.

Von Oberlehrer O. Steppes in Elsfleth.

Jede Verbesserung der nautischen Methoden hat nur dann praktischen Wert, wenn sie der Allgemeinheit der Seeleute zugänglich gemacht werden kann. Es besteht z. B. zur Zeit wenig Aussicht, daß die von Hilleret, Preuss, Guyou begründete, von Professor C. Börgen in seiner lichtvollen Abhandlung »Über die Auflösung nautisch-astronomischer Aufgaben mit Hilfe der Tabelle der Meridionalteile (der „Mercatorschen Funktion")« im 21. Jahrgang, 1898, der Zeitschrift »Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte« dargelegte Methode bei den Seefahrern Verwendung findet, weil ihre theoretischen Grundlagen sie zur Einführung in den Unterricht an den Seefahrtschulen nicht geeignet erscheinen lassen. Der dürfte sich großes Verdienst erwerben, der durch passende Darstellung dieser Grundlagen eine solche Einführung ermöglicht. Von der Möglichkeit einer elementaren oder sonst leicht verständlichen Darstellung hängt wohl nicht zum kleinsten Teile die praktische Brauchbarkeit nautischer Methoden ab. Die Frage nach der Möglichkeit einer solchen Darstellung, eine Unterrichtsfrage, ist von großer Wichtigkeit.

Aus ähnlichen Gründen erscheint vielleicht das Bemühen nicht zwecklos, die Disziplinen, deren der Seemann zum Verständnis der nautisch-astronomischen Methoden bedarf, hinsichtlich ihrer Darstellung oder, was in unserm Fall das gleiche ist, ihrer Lehrmethode zu prüfen. Ich beschränke mich dabei hier auf die Geometrie und schicke voraus, daß ich mir der Anstrengungen wohl bewußt bin, die seit mehr als 70 Jahren in den Kreisen der Fachlehrer und Fachgelehrten zur Verbesserung der mathematischen, insbesondere auch der geometrischen Lehrmethoden gemacht wurden. Es handelt sich eben darum, aus den Ergebnissen dieser Bemühungen das für uns Brauchbare auszusondern, für unsere Zwecke anzupassen, und dasjenige neu anzugeben, was der Natur der Sache nach auf diesem Wege nicht erhalten werden kann. Wenn zu solchem Anschluß der Navigationsschulen an die großen Bewegungen auf dem Gebiete des Unterrichtswesens durch diesen Aufsatz der Anstoß gegeben werden sollte, ist die Absicht des Verfassers erfüllt.

Die Unterrichtsmethode der Navigationsschule wird bestimmt durch die Natur des Faches, das Schülermaterial, den Zweck, dem der Unterricht dienen soll, und schließlich auch durch die zur Verfügung stehende Zeit. Es sei daher gestattet, zunächst etwas über die Unterrichtsmethoden der Geometrie im allgemeinen zu bemerken.

Die Lehrmethode, die früher allein im Unterricht an Gymnasien und gleichstehenden Schulen, in noch höherem Grade vielleicht an Fachschulen herrschte,

[1]) Sein Preis beträgt 130 *M*. Er ist erhältlich bei Albert Saß & Co., Berlin, Gleimstr. 35.

Digitized by Google

nennt man die dogmatische, auch wohl euklidische. Sie gibt dem Schüler jeden Lehrsatz der Geometrie in seinem fertigen Wortlaute in die Hand und zeigt darauf die Richtigkeit des Satzes durch den Beweis. Das Beweisverfahren ist rein synthetisch, d. h. der Beweis wird dem Schüler in seinen einzelnen Schlußfolgerungen, die sich nur auf die Voraussetzung und andere, schon bewiesene Sätze stützen, mitgeteilt, bis die letzte Schlußfolgerung die Behauptung liefert. Die geometrische Aufgabe (Konstruktionsaufgabe) wird zunächst gelöst, d. h. ihre Konstruktion wird angegeben. Die Richtigkeit der Konstruktion wird dann durch einen Beweis dargetan. Natürlich können dabei die Lehrsätze und Aufgaben nicht wahllos aneinander gefügt werden, sondern es muß vor Einführung eines neuen Satzes oder einer neuen Aufgabe jedesmal möglich sein, sie aus dem Vorhergehenden zu beweisen. Dieser Gedanke ist für die Reihenfolge und Auswahl der einzelnen Sätze maßgebend. Er läßt noch sehr verschiedene Anordnungen des Stoffes zu.

Die zweite, viel jüngere Methode ist die genetische (entwickelnde). Im Gegensatz zur dogmatischen Methode, bei der die einzelnen Wahrheiten nur nach der Möglichkeit ihrer Ableitung voneinander zusammengestellt werden, fordert sie eine mehr naturgemäße Anordnung. Jede folgende Untersuchung soll aus der vorhergehenden gleichsam von selbst entstehen. Wichtiger, für unsern Gegenstand wenigstens, als das allgemeine Prinzip der Anordnung scheint mir die Behandlung der einzelnen Lehrsätze zu sein. Die genetische Methode geht von der Frage aus, unter welchen Bedingungen die Aussage des Lehrsatzes bestehen könne, und zeigt, daß diese Bedingungen tatsächlich erfüllt sind.[1]) Der Beweis wird dem Schüler nicht fertig in die Hand gegeben, sondern er entsteht vor seinen Augen. Dieses Beweisverfahren nennt man das analytische.[2]) Hat man den Beweis so aufgefunden und die Schüler auffinden lassen, dann kann er nachträglich in synthetischer Form wiedergegeben werden. Es leuchtet ein, daß das synthetische Beweisverfahren die Selbsttätigkeit der Schüler fast gar nicht anregt, das analytische dagegen in hohem Grade. In der Vorrede zu seinem »Lehrbuch der Geometrie«[3]) sagt K. Snell über ersteres: »Die Geistestätigkeit des Schülers bleibt darauf beschränkt, den einzelnen als Kunstgriff dargebotenen Beweis einzusehen und von seiner Haltbarkeit sich zu überzeugen; in eine produktive Tätigkeit sieht er sich nicht versetzt.« — Die genetische Methode gibt ferner eine ganz andere Behandlung der geometrischen Aufgabe: sie bewirkt, daß der Lernende sich die Überlegungen klar macht, die zur Auffindung der Konstruktion hinführen, und faßt diese Überlegungen in der sog. Analysis der Aufgabe zusammen. Die Konstruktion selbst ist dann nichts anderes als die Folge der Analysis. Der Unterschied beider Arten der Darstellung und das Verfahren der genetischen insbesondere sei an einem Beispiel erklärt.

Aufgabe: Um ein gegebenes Dreieck ABC den Kreis zu beschreiben.

1. Dogmatische Methode. — Konstruktion: Errichte die Mittelsenkrechten zu den Seiten AB und BC des Dreiecks, nenne ihren Schnittpunkt M und schlage um M den Kreis mit dem Radius MA.

Beweis: Man bezeichne den Mittelpunkt der Seite AB mit D und ziehe MA, MB, MC. Dann ist $AD = BD$ zufolge der Konstruktion, $MD = MD$, $\measuredangle ADM = \measuredangle BDM = 90°$, daher $\triangle ADM \cong \triangle BDM$. Hieraus folgt, daß $AM = BM$ ist. Ebenso findet man, daß $BM = CM$ ist, also ist $AM = BM = CM$ der Kreis um M mit dem Radius MA geht auch durch B und C.

2. Genetische Methode. — Analysis: Ist M der Mittelpunkt des gesuchten Kreises, so muß M von A, B, C gleich weit entfernt liegen, weil dann MA, MB, MC Radien des Kreises sind. Nun ist der geometrische Ort für die Punkte, die von den Endpunkten einer Strecke gleich weit entfernt sind, die Mittelsenkrechte

[1]) Genaueres darüber lese man etwa nach in »Wittstein, Die Methode des mathematischen Unterrichts«, Hannover 1890.

[2]) Die Ausdrücke »synthetisch« und »analytisch« haben hier nichts zu tun mit den Bezeichnungen »synthetische Geometrie« und »analytische Geometrie«, worunter man zwei Gebiete der höheren Mathematik versteht.

[3]) 1. Auflage, Leipzig 1841, F. A. Brockhaus.

der Strecke. Daher muß M auf den Mittelsenkrechten der drei Seiten AB, BC, AC liegen.[1])

Konstruktion: Errichte die Mittelsenkrechten der drei Seiten des Dreiecks, beschreibe um ihren Schnittpunkt M mit dem Radius MA = MB = MC den Kreis.

Ein Beweis ist hier überflüssig, er ist schon in der Analysis enthalten. —

Man spricht endlich auch von einer heuristischen Lehrmethode und meint damit ein Verfahren, durch das der Schüler angeleitet werden soll, Beweise für neue Sätze tunlichst selbst zu finden, neue Beziehungen in den geometrischen Gebilden selbst zu entdecken, Lösungen von Aufgaben selbst zu erkennen. Doch bildet diese Art, zu unterrichten, keinen eigentlichen Gegensatz zu den beiden erstgenannten, vielmehr ist die genetische Methode für den Schüler immer auch heuristisch, die dogmatische nicht.

Um über die Vorzüge oder Nachteile dieser Methoden für den Unterricht in den Hilfsfächern der Nautik, d. h. für den Unterricht an den Navigationsschulen, zu urteilen, machen wir eine Bemerkung über das Schülermaterial daselbst. Der Seemann, der auf die Navigationsschule kommt, mag er nun vor seiner Fahrzeit die Volksschule oder noch einige Kurse einer höheren Schule besucht haben, hat, wie man wohl zugeben wird, bis dahin vorzüglich in der Anschauung gelebt, er ist geneigt, der bloßen Anschauung Beweiskraft zuzuerkennen, das anschaulich Gebotene ohne weiteres als gültig hinzunehmen. Bei den wenigsten kann man voraussetzen, daß ihnen mathematisches Denken, die Fähigkeit, rein logische Folgerungen zu ziehen, oder gar die Einsicht in die Notwendigkeit eines geometrischen Beweises während ihrer Schulzeit eingepflanzt oder während ihrer Fahrzeit nicht wieder verloren gegangen ist. Legt man solchen Schülern beispielsweise eine geometrische Aufgabe vor und gibt ihnen die fertige Konstruktion, so werden sie diese mit mehr oder weniger Vergnügen hinnehmen, ausführen, anschaulich zu begreifen suchen und für richtig halten, wenn die Figur stimmt. Tritt nun hinterher der Lehrer an die Erschrockenen mit einem Beweise heran, so wird dieser ihnen sicherlich als etwas höchst Überflüssiges erscheinen, sie werden ihn im besten Falle mechanisch auswendig lernen. Dabei läuft der Lehrer auch Gefahr, in einen der größten Fehler zu verfallen, den er wohl machen kann, nämlich die Schüler zu langweilen. Behandelt man dagegen die Konstruktionsaufgaben in der oben gezeigten anderen Weise, so wird der eben genannte Übelstand vermieden; auch für den Fall, daß man außer Analysis und Konstruktion noch einen Beweis für nötig halten sollte, wird dieser nichts Neues, Ungewohntes für den Schüler sein, sondern als eine Wiederholung der Analysis in Beweisform gegeben werden können.

Bevor wir weiter gehen, noch ein Wort über den Zweck des geometrischen Unterrichts an den Navigationsschulen. Dieser Zweck ist nicht allein, dem Lernenden soviel aus den geometrischen Fächern (ich verstehe darunter Planimetrie, Stereometrie, Trigonometrie, auch die mathematische Geographie zum größten Teile) beizubringen, als etwa in der Ableitung und Lösung der einfachsten nautischen Formeln und Aufgaben vorkommt. Die geometrischen Fächer werden vielmehr nicht zum kleinsten Teile um ihrer selbst willen gelehrt. Sie sollen die Anschauung des Schülers ausbilden und ordnen, sein Denken schulen, ihm soviel mathematisches Rüstzeug an die Hand geben, daß er nach Verlassen der Schule etwa neu auftretende Methoden der Nautik selbst erfassen kann, endlich ihn etwas von der mathematischen Allgemeinbildung in sich aufnehmen lassen, die das Einüben der nautisch-astronomischen Aufgaben nicht zu geben vermag.[2])

All diesen Verhältnissen und Anforderungen kann eine einseitig dogmatische Methode meines Erachtens nimmermehr gerecht werden. An und für sich schon

[1]) Wie man sieht, ergibt sich hier sozusagen von selbst der Satz, daß die drei Mittelsenkrechten der Seiten eines Dreiecks durch einen Punkt gehen. Dies hätte man bei der ersten Lösung der Aufgabe nur in Form eines neuen unvermittelten Lehrsatzes anfügen können, hätte diesen Satz aber dann eigens beweisen müssen. Zur Analysis ist, am besten freihändig, eine Skizze zu zeichnen, die $\triangle$ ABC und in ihm Punkt M zeigt, wie er ungefähr liegen wird.

[2]) Vgl. den Aufsatz von Herrn Dr. J. Möller und dem Verfasser in Nr. 51 des 44. Jahrganges der »Hansa«, 21. Dez. 1907.

Digitized by Google

scheint sie bedenklich. Denn man kann kaum bildend auf den Schüler einwirken, wenn man ihm lauter einzelne Sätze und Aufgaben mit ihren Beweisen einspricht, die für ihn dann doch kein Ganzes bilden und bei denen sich sein Geist nicht behaglich und heimisch fühlt, wenn er auch zur Überzeugung von ihrer Richtigkeit gewissermaßen gezwungen wird.[1] Für die Navigationsschulen gewinnen diese Gründe erhöhte Kraft nach der oben gemachten Bemerkung über ihre Schüler. Sie, deren Element die Anschauung ist und die zum mathematischen, speziell zum geometrischen Denken erst erzogen werden müssen, werden sich der dogmatischen Lehrweise gegenüber, die nur ihr Gedächtnis in Anspruch nimmt und ihre Geduld, immer ablehnend verhalten.[2] Für sie eignet sich eine Vortragsweise, die ihre ersten Begriffe der Anschauung entnimmt, und dann unter steter Wahrung und Aufzeigung des naturgemäßen inneren Zusammenhanges, unter fortwährender Inanspruchnahme des eigenen Denkens der Schüler das Lehrgebäude fortführt, also eine genetisch-heuristische Methode. So wird man vor allem auch das Interesse des Lernenden wach halten, das ja am stärksten ist bei dem, was er selbst hervorbringen und finden kann. Freilich muß man das nicht übertreiben. Lehrsätze und Beweise, die der Schüler nicht selbst finden kann, müssen ihm in dogmatischer Form gegeben werden, die Heuristik darf nichts Gezwungenes und Erkünsteltes haben. Andererseits muß man sich davor hüten, die heuristische Methode etwa schon in einer Einkleidung dogmatischen Lehrstoffes in die Frageform zu erblicken.

Insbesondere, und darauf sei mit allem Nachdruck hingewiesen, empfiehlt sich die oben an einem Beispiel dargetane Behandlung der geometrischen Aufgabe. Ihr Wesen besteht, wie man sieht, darin, daß das in der Aufgabe Geforderte für einen Moment als schon gefunden gedacht wird. Man zeichnet sich eine Skizze, welche in mutmaßlichen Umrissen die in Wahrheit erst zu findende Figur darstellt. Daraus leitet man dann anschaulich und auf Grund von schon bekannten Sätzen die Konstruktion ab. Hier tritt der Vorzug der genetisch-heuristischen Lehrweise so recht zutage: Die dogmatische Methode stellt dem Schüler eine Aufgabe, die durch das Vorhergehende nicht begründet ist, sie sagt ihm einfach die Konstruktion vor, die er unverstanden hinnehmen und durchführen muß; erst dann erhält er den Beweis, erst jetzt erkennt er, daß die gegebene Lösung wirklich richtig ist, wo er jetzt vielleicht gar kein Interesse mehr daran hat, dies zu erkennen, erst jetzt kann er auch einsehen, warum er denn die Konstruktion so machen mußte. Und selbst diese Erkenntnis wird ihm oft genug durch die Art des Beweises erschwert, so in dem angegebenen Beispiele. In der genetischen Methode dagegen sieht er die Konstruktion entstehen, findet sie gewissermaßen selbst, er wird mit Freude an ihre Ausführung herangehen, die für ihn jetzt nichts Befremdendes mehr haben kann. Vielleicht wird man einwenden, es sei bedenklich, die Aufgabe als schon gelöst anzunehmen. Aber das ist doch in der Tat genau das nämliche Verfahren, das z. B. bei Auflösung einer arithmetischen Aufgabe mit Hilfe einer Gleichung als etwas Altgewohntes erscheint: man sucht dort irgend eine Größe, die man nicht kennt, man denkt sie sich gefunden und bezeichnet sie mit x, dann stellt man für sie die Gleichung auf und ermittelt nun x aus den in der Gleichung formulierten Bedingungen.

Ein weiterer Vorzug dieser Behandlung der geometrischen Aufgabe besteht darin, daß sie allgemeine Prinzipien bietet, nach denen ganze Klassen solcher Aufgaben gelöst werden können. Da nämlich die Analysis die Überlegungen enthält, die die Konstruktion auffinden lassen, so ist klar, daß bei gleichartigen Konstruktionsaufgaben die Analysis ähnlichen Charakter trägt. Man erhält in der Tat durch die genetische Behandlung eine systematische Einteilung der Konstruktionsaufgaben und einheitliche Methoden für ihre Lösung. Die oben als Beispiel angeführte Aufgabe ist mittels der »Methode der geometrischen

[1] Vgl. u. a. die vorzügliche kleine Schrift: »Über Zweck und Methode des mathematischen Unterrichtes usw.« von Jos. Helmes. Hannover 1844, Hahn.

[2] Vielleicht ist die Herrschaft dieser Lehrweise der Grund dafür, daß die Planimetrie vielfach das Schmerzenskind des Unterrichtes an den genannten Schulen ist.

Örter« gelöst. Unter einem geometrischen Ort versteht man bekanntlich eine Linie, deren Punkte einer bestimmten Bedingung genügen, und auf der jeder Punkt liegt, wenn er dieser Bedingung genügt. In sehr vielen planimetrischen Konstruktionsaufgaben handelt es sich darum, einen (oder mehrere) Punkte zu finden, für den durch die Aufgabe gewisse Bedingungen gestellt sind. Jeder solchen Bedingung entspricht ein geometrischer Ort, auf dem der gesuchte Punkt liegen muß. Die Aufgabe der Analysis ist es in allen diesen Fällen, die betreffenden Bedingungen zu erkennen und die ihnen entsprechenden geometrischen Örter anzugeben. Jeder gesuchte Punkt ist dann bestimmt, sobald man für ihn zwei geometrische Örter kennt. Derartige Aufgaben sind u. a. die Dreieckskonstruktionen, z. B. ein Dreieck zu konstruieren aus zwei Seiten a, b und dem Gegenwinkel der einen, α. Die Analysis würde, kurz gefaßt, hier so lauten: Durch die Seite b sind die Ecken A und C des Dreiecks bestimmt. Ein geometrischer Ort für die dritte Ecke B ist eine Gerade durch A, die mit AC den $\measuredangle\ \alpha$ bildet, der zweite geometrische Ort für B ist der Kreis um C mit dem Radius a. Daraus folgt, wie man zugeben wird, die Konstruktion der Aufgabe in der natürlichsten Weise. Hat der Schüler einmal die Idee der Analysis erfaßt — und dazu gelangt jeder nur mittelmäßig Begabte in kurzem —, dann ist er instandgesetzt, neue Aufgaben durch geordnete Anwendung der erlernten Methode, nicht etwa durch bloßes Raten, zu lösen. Etwas Ähnliches ist bei der dogmatischen Methode ausgeschlossen. In ihr erscheint jede einzelne Aufgabe als etwas Neues, jede einzelne muß für sich gemerkt werden, da der verbindende Gedanke fehlt. Die Aufgaben, die für den Unterricht an den Navigationsschulen in Betracht kommen, können alle nach der Methode der geometrischen Örter, also alle nach einem einheitlichen Prinzip, gelöst werden. Überdies ist der Begriff des geometrischen Ortes hier sehr nützlich, da er auf den der terrestrischen und astronomischen Standlinie vorbereitet, die nichts anderes sind, als geometrische Örter für den Schiffsort.

Man wird mir vielleicht entgegenhalten, daß die empfohlene Art des geometrischen Unterrichtes mehr Zeit beansprucht, als an der Navigationsschule vorhanden ist. Ich glaube nicht, daß dieser Einwand stichhaltig ist. Für die Schüler wird in manchem die Beherrschung und Einprägung des Lehrstoffes erleichtert und auch der Lehrer wird im Unterricht selbst kaum mehr Zeit brauchen. Erklären muß er die einzelnen Beweise und Aufgaben ja doch, auch wenn er nach dogmatischer Methode vorträgt, und das wird ihm so obendrein zumeist schwerer werden, als wenn er die genetische Methode befolgt, bei der das Endresultat der Erklärung die Lösung der Aufgabe oder des Satzes schon ist. Dabei sei darauf hingewiesen, daß unter der Heuristik des Unterrichts kein zeitraubendes Herausfragen des vom Lehrer gewollten Endergebnisses aus den Schülern zu verstehen ist. Vielmehr soll der Lehrer dieses vor den Augen der Schüler unter Inanspruchnahme ihres eigenen Denkens entstehen lassen. Die genetisch-heuristische Methode läßt »diejenigen Erkenntnisse, welche entweder ihre Quelle unmittelbar in den Anlagen der menschlichen Natur haben, oder aus bereits vorhandenen Vorstellungen, Begriffen und Ideen abgeleitet werden können, den Lehrling durch eigene Geistestätigkeit auffinden und gewissermaßen erzeugen. Es geschieht dies unter der beständigen Führung des Lehrers, der nicht nur die Geistestätigkeit anregt, sondern auch fortwährend leitet und bestimmt«.[1])

Es sei mir nunmehr gestattet, die vorausgehenden allgemeinen Erwägungen und Erklärungen dem Verständnis näher zu bringen durch einige Bemerkungen, die etwas mehr ins einzelne gehen; dabei will ich mich auf die Planimetrie beschränken.

»Der geometrische Unterricht soll sich an die natürliche Anschauung anschließen und von praktischen Messungen ausgehen; er wird auf das sorgfältigste vermeiden müssen, Dinge, die dem natürlichen Gefühl als selbstverständlich erscheinen, durch eine pedantische Beweissystematik dem Verständnis zu ent-

---

[1]) Karl Weierstrass. Mathematische Werke. Berlin 1903. 3. Band, Seite 323 und 324. Es ist bemerkenswert, daß auch von diesem hervorragenden Geiste die genetische Methode empfohlen wird.

fremden«.[1]) Diese Worte gelten auch für uns. Nichts wäre verkehrter, als die angehenden Steuerleute mit tiefsinnigen »Definitionen« des Raumes, der Ebene, der geraden Linie und anderer geometrischer Grundbegriffe zu beglücken. Gerade die grundlegenden geometrischen Begriffe lassen sich zum Teil überhaupt nicht in einwandfreier Weise definieren. Man betrachte sie daher als anschaulich gegeben und suche lediglich von ihnen eine möglichst gute Vorstellung zu erwecken.

Hat man die notwendigsten Erklärungen über gerade Linie und Winkel gegeben, so empfiehlt es sich, den Kreis einzuführen und zwar in folgender Fassung: Der Kreis ist der geometrische Ort für alle Punkte, die von einem gegebenen Punkte eine gegebene Entfernung haben. Diese Ausdrucksweise ist erforderlich, um den Kreis bei Konstruktionen in naturgemäßer Weise verwenden zu können. Diese Definition wird auch für Anfänger keine Schwierigkeiten bieten, wenn der Lehrer nur immer einschärft, daß sie lediglich eine andere Ausdrucksweise ist für den Satz: Alle Punkte, die von einem gegebenen Punkt eine gegebene Entfernung haben, liegen auf dem Kreise um diesen Punkt mit der gegebenen Entfernung als Radius.

Hierauf können und sollen sofort die sämtlichen Konstruktionen des Dreiecks aus gegebenen Seiten und Winkeln nach der oben gekennzeichneten Methode in einheitlicher Weise behandelt werden. Überhaupt ist für den planimetrischen Unterricht an den Navigationsschulen eine möglichst starke Betonung der Konstruktionsaufgaben zu empfehlen.[2]) Damit ist nicht gemeint, daß man etwa, wie es in vielen Lehrbüchern der Planimetrie zu finden ist, möglichst viele Dreiecke aus den oft unwahrscheinlichsten Stücken und Bedingungen konstruieren läßt. Vielmehr sollen nur die grundlegenden Konstruktionen in den Vordergrund treten, und, wo es angeht, als das Primäre erscheinen.

Gerade die einfachsten Dreieckskonstruktionen sind der genetischen Behandlung so günstig, daß ich mir nicht versagen kann, ein weiteres Beispiel zu geben. Die Analysis kann für Anfänger auch ausführlicher gegeben werden.

Aufgabe: Ein Dreieck zu zeichnen, dessen Seiten gleich drei gegebenen Strecken a, b, c sind.

Analysis:[3]) Denkt man sich das gesuchte Dreieck ABC gefunden,[4]) dann erkennt man, daß durch die Seite a die Ecken B und C bestimmt sind. Ein geometrischer Ort für die dritte Ecke A ist der Kreis um B mit dem Radius c, der zweite ist der Kreis um C mit dem Radius b.

Konstruktion: Mache $BC = a$, schlage um B mit Radius c, um C mit Radius b den Kreis, nenne einen Schnittpunkt beider Kreise A, ziehe AB und AC, dann ist ABC das gesuchte Dreieck.

Aus diesen Dreieckskonstruktionen leitet man in naturgemäßer Weise die Sätze über Kongruenz der Dreiecke ab. Über diese moderne Begründung der Lehre von der Kongruenz heißt es in der verdienstvollen Hoffmannschen »Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht«[5]) bei der Besprechung des »Lehrbuches der Geometrie« von Gille:[6]) »Angesprochen hat uns ganz besonders die Entwicklung der Kongruenzsätze. Sie ist logisch, wie genetisch und methodisch vorzüglich ..... Der Herr Verfasser gründet diese Sätze auf die Konstruktion der Dreiecke aus ihren Bestimmungsstücken.

---

[1]) Aus den Vorschlägen der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, 1905.

[2]) Vgl. den schon genannten Aufsatz in der »Hansa«. In dem hervorragenden Werke »Inhalt und Methode des planimetrischen Unterrichts« von H. Schotten, Leipzig 1890, 1. Band S. 87 heißt es: »Es ist eine (unter den Lehrern der Mathematik) bekannte Erfahrung, daß es viel leichter ist, gute Erfolge bei den Schülern im arithmetischen Unterrichte zu erzielen, als im geometrischen.« Zu diesem, aus einem anderen Werke zitierten Satz bemerkt Schotten: »Dies ist leicht erklärt, wenn man der Sache auf den Grund geht. Der arithmetische Unterricht wird schon lange so erteilt, daß die Aufgabe im Mittelpunkt des Unterrichts steht, daß fortwährende Übungsbeispiele dazu dienen, die wenigen Regeln einzuprägen. Wie anders dagegen im geometrischen Unterricht!«

[3]) Wer sich an diesem Fremdworte stößt, mag dafür einfach »Auflösung« setzen.

[4]) Man entwirft zur Analysis, wie schon bemerkt, eine Skizze!

[5]) Jahrgang 1896, S. 596.

[6]) Halle 1895.

Digitized by Google

Wenn es feststeht, daß aus drei Stücken z. B. aus zwei Seiten und dem eingeschlossenen Winkel nur ein, in Form und Inhalt bestimmtes, Dreieck konstruiert werden kann, daß also bei Wiederholung der Konstruktion immer wieder dasselbe Dreieck herauskommt, so muß es einem gesunden Hirn klarer als klar werden, daß alle diese Dreiecke form- und flächengleich, d. h. kongruent sein müssen.« Dabei ist diese Art der Begründung auch kürzer, als die unglaublich umständlichen alten Beweise der Kongruenzsätze.

Zum Schluß sei noch an einem Beispiele der Unterschied zwischen dogmatischer und genetischer Behandlung der Lehrsätze gezeigt. Der Beweis des Satzes »Im rechtwinkligen Dreiecke ist die Summe der beiden Kathetenquadrate gleich dem Quadrate über der Hypotenuse« in der ersteren Art ist dieser: Man zeichnet die Quadrate ABDE und BCFG über den beiden Katheten und ACHJ über der Hypotenuse AC. Dann zieht man die Hilfslinien CE, BH, BJ, AF. Warum dies geschieht, kann der Schüler erst am Schlusse des Beweises einsehen. Es muß dann auf ziemlich umständliche Weise die Kongruenz der Dreiecke ACE und ABJ einerseits, ACF und BCH anderseits gezeigt werden. Die Dreiecke ACE und ACF sind nun, wie man weiter nachweist, die Hälften der Kathetenquadrate, die Dreiecke ABJ und BCH die Hälften der Rechtecke, in die man das Hypotenusenquadrat durch Ziehen der Höhe des Dreiecks ABC zerfällt. Durch Addition ergibt sich endlich die Behauptung. Dieser Beweis ist mit Recht der Schrecken der Schüler und bietet ein klassisches Muster eines (vom pädagogischen Standpunkt aus) schlechten synthetischen Beweises.

Die genetische Herleitung des Satzes wäre etwa die folgende. Als direkte Anwendung des Ähnlichkeitssatzes »Zwei Dreiecke sind ähnlich, wenn sie in zwei Winkeln übereinstimmen« ergibt sich bekanntlich der schöne Satz von der mittleren Proportionale im rechtwinkligen Dreiecke: Jede Kathete ist die mittlere Proportionale zwischen der Hypotenuse und dem anliegenden Hypotenusenabschnitt. Bezeichnet man die Hypotenuse mit b, die Katheten mit a, c, die Hypotenusenabschnitte mit p, q, dann drückt sich dieser Satz so aus: $b : a = a : p$ und $b : c = c : q$. Oder auch: $a^2 = bp$, $c^2 = bq$. Man wird nun dem Schüler die geometrische Bedeutung dieser letzten zwei Gleichungen klar machen; a^2 ist der Inhalt des Quadrats über der Kathete a, bp der Inhalt des Rechtecks aus b und p, analog für die Gleichung $c^2 = bq$. Jene Quadrate sind also inhaltsgleich mit diesen Rechtecken. Läßt man diese Quadrate und Rechtecke jetzt auch wirklich zeichnen, dann ergibt sich durch die Anschauung unmittelbar der Lehrsatz des Pythagoras, der so dem Schüler als etwas Selbstverständliches erscheint und leicht in Worte gekleidet wird.

Eigentlich ist durch diese Betrachtung die Richtigkeit des Satzes auch streng erwiesen. Es dürfte sich aber trotzdem empfehlen, den Beweis nachträglich an den so gefundenen Satz anzufügen. Dieser Beweis, und das ist der zweite Vorteil dieses Verfahrens, ergibt sich aber jetzt in der ungezwungensten Weise, etwa in folgender Form: Nach dem Satze von der mittleren Proportionalen ist

$$b : a = a : p, \text{ oder } a^2 = bp.$$
$$b : c = c : q, \text{ oder } c^2 = bq. \text{ Addiert:}$$
$$a^2 + c^2 = bp + bq$$
$$= b(p + q). \text{ Da aber } p + q = b \text{ ist, folgt: } a^2 + c^2 = b^2.$$

Man urteile selbst, welche von beiden Methoden für den Lernenden anregender und bildender ist! Zugleich zeigt dieses Beispiel, daß ich keineswegs eine einseitig genetisch-heuristische Behandlung des planimetrischen Lehrstoffes empfehle. Nur tunlichste Auffindung der Lehrsätze auf heuristischem Wege, der Beweis kann dann nachträglich, wie soeben, in dogmatischer Form dem Satze angefügt werden, mit dem Unterschiede eben, daß er jetzt dem Schüler nicht als eine schwer verständliche Aneinanderfügung geheimnisvoller Kunstgriffe erscheint, sondern als eine naturgemäße Rekapitulation der vorausgegangenen Überlegungen in systematischer Zusammenfassung.

Wir behalten uns weitere Ausführungen vor, die mehr die Einzelheiten der angeschnittenen Fragen betreffen sollen.

Digitized by Google

Hilfsgrößen für die Berechnung der im Jahre 1909 stattfindenden Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen.

Die in den folgenden Tabellen enthaltenen Hilfsgrößen für die Vorausberechnung der Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen sowie für die Längenbestimmung aus Sonnenfinsternis-Beobachtungen sind in derjenigen Form gegeben, welche vom Unterzeichneten in den beiden folgenden Abhandlungen in Vorschlag gebracht worden ist:

1. »Tafeln für die Vorausberechnung der Sternbedeckungen« (»Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte«, Jahrgang 1896),
2. »Die Vorausberechnung der Sonnenfinsternisse und ihre Verwertung zur Längenbestimmung« (»Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte«, Jahrgang 1899).

Um die Kürze des Rechnungsverfahrens zu zeigen, mögen hier zunächst zwei Beispiele, die Vorausberechnung je einer Sonnenfinsternis und einer Sternbedeckung für einen bestimmten Erdort, folgen.

Genäherte Vorausberechnung der 1909 Juni 17/18 stattfindenden vollständigen Sonnenfinsternis für Tsingtau.

Aus der im »Nautical Almanac« gegebenen Karte der Grenzkurven erkennt man, daß diese Sonnenfinsternis, welche für bestimmte Erdorte eine vollständige ist, für Tsingtau nur eine partielle sein wird; die Rechnung ist deshalb in folgender Weise anzuordnen.

λ (östlich) φ	8h 1m 16s 120° 19′ +36° 4′	$\sin\varphi$ s $r\sin\varphi'$	9.7699 −24 9.7675	$\cos\varphi$ c $r\cos\varphi'$	9.9076 +5 9.9081	$\mathrm{tg}\,\varphi'$ $\frac{p'}{r\cos\varphi'}$	9.859 9.8263
$S+\lambda$	278° 25′	292° 58′	307° 31′		−0.609	−0.532	−0.443
y	−1.450h	−1.492h	−1.435h	$q\,\sigma$	−0.169	−0.103	−0.030
σ	−2.456h	−1.492h	−0.429h		−0.778	−0.635	−0.473
y_s	−21° 49′	−22° 26′	−21° 35′	$\frac{\delta'-D}{\Pi}$	+0.125	+0.268	+0.430
$S+\lambda+y_s$	256° 36′	270° 32′	285° 56′		9.097	9.428	9.633
$\cos(S+\lambda+y_s)$	9.365 n	7.969	9.438	D T	8.799	9.130	9.335
tg g	0.494 n	1.890	0.421		+0.063	+0.135	+0.216
g	107° 48′	89° 16′	69° 13′	Q	103.9°		225.4°
δ_0-g	276° 28′	295° 0′	315° 3′	$\frac{1}{2}(\sigma_2-\sigma_1)$	+0.964h		+1.063h
sin g	9.979	0.000	9.971	$\sigma_2-\sigma_1$	+1.928h		+2.126h
$\frac{r\sin\varphi'}{\sin g}$	9.788	9.768	9.796				0.327
$\sin(\delta_0-g)$	9.997 n	9.957 n	9.849 n	$\sin^2\frac{1}{2}(Q\mp90°)$	+0.015		9.158
1tes Glied	9.785 n	9.725 n	9.645 n	z			9.485 n
f	+1	+4	+7		+0.029h		−0.305h
$f\,q_1'$	0	0	0	$\sigma+z$	−2.427h		−0.734h
q	+0.069	+0.069	+0.069		−2h 25min 37sek		−0h 44min 2sek
1tes Glied	−0.610	−0.531	−0.442	Z	9h 5min 37sek		10h 47min 12sek
h	−1	−3	−3				
k	+2	+2	+2				

Digitized by Google

Anmerkung. Es erscheint nicht zweckmäßig, an dieser Stelle die Aufstellung des bei der Rechnung benutzten Formelsystems sowie weitere Bemerkungen beizufügen, weil das Nachrechnen des obigen Beispiels nur unter Benutzung der Tafeln ausgeführt werden kann, welche in den vorhin erwähnten Abhandlungen enthalten sind. Dort sind aber auch die Formeln und erläuternde Bemerkungen ausführlich angegeben.

Die in der obigen Rechnung gefundenen Positionswinkel beziehen sich auf den Mittelpunkt des Mondes. Sollen die Positionswinkel, wie bei Sonnenfinsternissen allgemein üblich, in bezug auf den Mittelpunkt der Sonne angegeben werden, so sind die obigen Werte um 180° zu verändern. Nach dem Übergang auf die Zeit des 120. Längengrades östlich von Greenwich (Chinesische Küsten-Zeit) hat man also das folgende Ergebnis:

Anfang der Finsternis: 1909 Juni 17, 17^{h} 5^{min} 37^{sek} Chin. Küsten-Zeit; Pos.-Winkel 284°
Ende « « : 1909 « 17, 18^{h} 47^{min} 12^{sek} « « « ; « « 45°.

Die Berechnung nach den strengeren Formeln von Bessel lieferte die folgenden Werte:

Anfang der Finsternis: 1909 Juni 17, 17^{h} 5^{min} 8.5^{sek} Chin. Küsten-Zeit; Pos.-Winkel 282°
Ende « « 1909 « 17, 18^{h} 46^{min} 53.4^{sek} « « « ; « « 46°.

Genäherte Vorausberechnung der 1909 Januar 17 stattfindenden Bedeckung von ν Scorpii, 4.2 Gr., für Tsingtau.

λ (östlich)	120° 19′	$\sin\varphi$	9.7699	$\cos\varphi$	9.9076
φ	+ 36° 4′	s	− 24	c	+ 5
$\mathrm{tg}\,\varphi'$	9.859	$r\sin\varphi'$	9.7675	$r\cos\varphi'$	9.9081
$\frac{p'}{r\cos\varphi'}$	9.8368		1tes Glied	− 0.613	− 0.682
$S+\lambda$	304° 6′	318° 24′	h	0	− 2
y	-1.421^{h}	-1.270^{h}	k	− 2	− 2
σ	-1.915^{h}	-0.776^{h}		− 0.615	− 0.686
$\sigma_2-\sigma_1$	$+1.139^{\mathrm{h}}$	0.057	$q\,\sigma$	+ 0.299	+ 0.121
y_s	− 21° 22′	− 19° 6′		− 0.316	− 0.565
$S+\lambda+y_s$	282° 44′	299° 18′	$\frac{\delta'-D}{P}$	+ 0.047	− 0.202
$\cos(S+\lambda+y_s)$	9.343	9.690	l	+ 7	+ 4
tg g	0.516	0.169	$l\cdot\frac{\delta'-D}{P}$	0	− 1
g	73° 3′	55° 53′	DT	+ 0.047	− 0.203
δ_0-g	268° 4′	285° 14′	Q	99.3°	309.0°
sin g	9.981	9.918	$\sin^2\frac{1}{2}(Q\mp 90°)$	+ 0.007	9.047
$\frac{r\sin\varphi'}{\sin g}$	9.787	9.849			9.104 n
$\sin(\delta_0-g)$	0.000 n	9.985 n	z	$+0.008^{\mathrm{h}}$	-0.127^{h}
1tes Glied	9.787 n	9.834 n	$\sigma+z$	-1.907^{h}	-0.903^{h}
f	0	+ 3		$-1^{\mathrm{h}}\,54^{\mathrm{min}}\,25^{\mathrm{sek}}$	$-0^{\mathrm{h}}\,54^{\mathrm{min}}\,11^{\mathrm{sek}}$
f q	0	0	Z	$7^{\mathrm{h}}\,9^{\mathrm{min}}\,26^{\mathrm{sek}}$	$8^{\mathrm{h}}\,9^{\mathrm{min}}\,40^{\mathrm{sek}}$
q	− 0.156	− 0.156			

Nach dem Übergang auf die Zeit des 120. Längengrades östlich von Greenwich hat man also die folgenden Ergebnisse:

Eintritt für Tsingtau: Januar 17, 15^{h} 9^{min} 26^{sek} Chin. Küsten-Zeit; Pos.-Winkel 99°
Austritt « « : « 17, 16^{h} 9^{min} 40^{sek} « « « « « 309°.

Die Berechnung nach den Besselschen Formeln lieferte:

Eintritt für Tsingtau: Januar 17, 15^{h} 9^{min} 40.0^{sek} Chin. Küsten-Zeit; Pos.-Winkel 101°
Austritt « « « 17, 16^{h} 9^{min} 20.9^{sek} « « « « « 309°.

Digitized by Google

Vollständige Sonnenfinsternis 1909 Juni 17/18.

Hilfsgrößen für die Vorausberechnung.

Erste Näherung.

Äußere Momente.

$p_1' = 9.7344$
$S_1 = 158° \; 6'$
$S_m = 172° \; 39'$
$S_2 = 187° \; 12'$
$x_1 = -1.006^h$
$x_m = 0.000^h$
$x_2 = +1.006^h$

$\delta_0 = +24° \; 16'$
$q_1' = +0.069$
$q_0 = +0.903$
$\frac{(9.4384)}{\Sigma \varrho} = 9.702$
T_0 = Juni 17. 11h 31min 14sek

Innere Momente.

$S_1 = 172° \; 36'$
$S_2 = 172° \; 42'$
$x_1 = -0.003^h$
$x_2 = +0.003^h$
$\frac{(9.4384)}{\Sigma \varrho} = 2.164$

Zweite Näherung.

$R_\odot = 15' \; 44.3''$
$\mu = 2.9386$
$\theta_0 - A_0 = 172° \; 39.1'$
$\Delta A = 10.4^{sek}$
$\delta_0 = +24° \; 15.6'$
T_0 = Juni 17, 11h 31min 14.1sek

σ	R	Π	p_1'	q_1'	q_0
−3.0h	15′ 44.3″	3.5388	9.7344	+0.0733	+0.902
2.5	44.1	3.5387	9.7344	0.0726	0.902
2.0	43.9	3.5387	9.7344	0.0720	0.903
1.5	43.7	3.5386	9.7344	0.0713	0.903
1.0	43.5	3.5386	9.7344	0.0707	0.903
−0.5	43.3	3.5386	9.7344	0.0700	0.903
0.0	43.1	3.5385	9.7344	0.0694	0.903
+0.5	42.9	3.5385	9.7344	0.0687	0.903
1.0	42.7	3.5384	9.7345	0.0681	0.903
1.5	42.5	3.5384	9.7345	0.0675	0.903
2.0	42.3	3.5383	9.7345	0.0668	0.903
+2.5	15 42.1	3.5383	9.7345	+0.0661	+0.903

Hilfsgrößen für die Längenbestimmung.

G (Juni 17) = 5h 40min 23.6sek
$R_\odot = 944.3''$
A_0 = 5h 42min 54.7sek
$\sin D_0 = 9.59884$
$\cos D_0 = 9.96275$
$\omega = -0.00109$
T_0 = Juni 17, 11h 31min 14.1sek
$\delta_0 = +24° \; 16'$

Mittl. Greenw. Zeit	R	q_0	N	log n
8.0h	15′ 44.5″	+0.90001	82° 14.29′	9.73723
8.5	44.3	0.90011	18.29	9.73718
9.0	44.1	0.90021	22.32	9.73713
9.5	43.9	0.90031	26.38	9.73708
10.0	43.7	0.90040	30.46	9.73703
10.5	43.5	0.90050	34.52	9.73698
11.0	43.3	0.90060	38.55	9.73693
11.5	43.1	0.90070	42.59	9.73688
12.0	42.9	0.90079	46.63	9.73683
12.5	42.7	0.90089	50.67	9.73678
13.0	42.5	0.90099	54.72	9.73672
13.5	42.3	0.90109	82 58.78	9.73666
14.0	15 42.1	+0.90119	83 2.84	9.73660

Die Finsternis ist im Norden Europas, in der nordöstlichen Hälfte Asiens, in Nordamerika und in den Nordpolargegenden sichtbar. Die Zone der Totalität liegt in der Nähe des Nordpols.

Partielle Sonnenfinsternis 1909 Dezember 12.

Hilfsgrößen für die Vorausberechnung.

Erste Näherung.

$p_1' = 9.7128$	$x_1 = -1.099^h$	$q_1' = -0.089$
$S_1 = 107°\ 58'$	$x_m = 0.000^h$	$q_0 = -1.265$
$S_m = 123°\ 55'$	$x_2 = +1.099^h$	$\frac{(9.4384)}{\Sigma \varrho} = 9.685$
$S_2 = 139°\ 52'$	$\delta_0 = -24°\ 16'$	$T_0 =$ Dez. 12, 8h 9min 29sek

Zweite Näherung.

		R	Π	p_1'	q_1'	q_0
$R_\odot = 16'\ 14.8''$	−2.5	15′ 10.6″	3.5234	9.7122	−0.0920	−1.265
$\mu = 2.9400$	−2.0	10.8	3.5235	9.7123	0.0915	1.265
$\theta_0 - A_0 = 123°\ 55.2'$	−1.5	11.0	3.5235	9.7124	0.0909	1.265
$\Delta A = +11.0^{sek}$	−1.0	11.1	3.5235	9.7126	0.0904	1.265
$\delta_0 = -24°\ 15.7'$	−0.5	11.3	3.5236	9.7127	0.0898	1.265
$T_0 =$ Dezember 12,	0.0	11.4	3.5236	9.7128	0.0892	1.265
8h 9min 29.1sek	+0.5	11.6	3.5237	9.7130	0.0887	1.264
	+1.0	11.8	3.5237	9.7131	0.0881	1.264
	+1.5	15 12.0	3.5237	9.7132	−0.0876	−1.264

Hilfsgrößen für die Längenbestimmung.

	Mittl. Greenw. Zeit	R	q_0	N	log n
	5.0	15′ 10.4″	−1.26199	100° 12.52′	9.71776
$G = 17^h\ 22^{min}\ 10.5^{sek}$	5.5	10.6	1.26187	8.73	9.71781
$R_\odot = 974.8''$	6.0	10.7	1.26176	4.94	9.71787
$A_0 = 17^h\ 17^{min}\ 19.1^{sek}$	6.5	10.9	1.26164	100 1.15	9.71794
$\sin D_0 = 9.59347\ n$	7.0	11.1	1.26153	99 57.36	9.71800
$\cos D_0 = 9.96374$	7.5	11.2	1.26141	53.57	9.71805
$\omega = -0.00116$	8.0	11.4	1.26130	49.77	9.71810
$T_0 =$ Dezember 12,	8.5	11.6	1.26118	45.98	9.71814
8h 9min 29.1sek	9.0	11.7	1.26107	42.18	9.71817
$\delta_0 = -24°\ 16'$	9.5	11.9	1.26095	38.35	9.71820
	10.0	15 12.1	−1.26084	99 34.49	9.71823

Die Finsternis ist an der Südostspitze Australiens, in der südlichen Hälfte Neu-Seelands und in den südlichen Polarmeeren zu sehen.

Digitized by Google

Sternbedeckungen.

(Verzeichnis des Berliner nautischen Jahrbuchs.)

Hilfsgrößen für die Vorausberechnung.

Datum 1909		Name des Sterns	Gr.	T_0	δ_0	log p'	q'	q_0	S_1	S_2	x	Grenzen in Breite	
				h min sek		9.					∓0h		
Jan.	3	ε Tauri	3.7	2 17 12	+ 19° 53'	7473	+ 0.143	+ 0.953	243° 56'	258° 9'	491	+ 90°	− 2
	5	ε Geminor.	3.2	12 57 16	+ 24 19	7534	+ 0.013	− 0.965	12 42	26 42	485	− 19	− 6
	6	κ Geminor.	3.7	15 27 13	+ 23 53	7480	− 0.048	− 0.790	36 1	50 13	490	− 6	− 6
	9	η Leonis	3.6	11 0 52	+ 16 54	7188	− 0.168	− 0.336	295 50	311 5	524	+ 22	− 5
	11	ι Leonis	4.0	3 15 47	+ 10 0	7033	− 0.207	− 1.136	161 43	177 33	544	− 26	− 7
	11	ν Virginis	4.2	15 14 34	+ 7 43	7003	− 0.215	+ 0.758	336 21	352 18	547	+ 90	[illegible]
	17	β¹ Scorpii	2.7	6 7 20	− 18 26	7429	− 0.161	+ 1.180	141 8	155 30	496	+ 71	− 3
	17	ν Scorpii	4.2	9 3 51	− 18 53	7449	− 0.156	+ 0.363	183 47	198 5	494	+ 51	− 2
	30	ε Tauri	3.7	7 54 13	+ 19 59	7443	+ 0.141	+ 1.069	354 58	9 18	495	+ 90	− 3
Febr.	1	ε Geminor.	3.2	19 18 38	+ 24 22	7496	+ 0.012	− 0.920	134 51	148 59	488	− 15	− 6
	2	κ Geminor.	3.7	22 8 23	+ 23 54	7452	− 0.049	− 0.779	163 9	177 27	494	− 5	− 6
	5	η Leonis	3.6	18 6 33	+ 16 49	7192	− 0.170	− 0.428	69 9	84 24	524	+ 17	− 5
	7	ι Leonis	4.0	10 22 7	+ 9 52	7042	− 0.209	− 1.292	295 13	311 2	543	− 42	− 7
	7	ν Virginis	4.2	22 21 8	+ 7 34	7011	− 0.216	+ 0.588	109 54	125 50	546	+ 79	−
	13	β¹ Scorpii	2.7	15 4 19	− 18 38	7361	− 0.158	+ 0.979	302 14	316 51	504	+ 71	− 1
	13	ν Scorpii	4.2	18 5 40	− 19 5	7381	− 0.153	+ 0.154	346 6	0 38	502	+ 39	− 3
	15	Mars	—	8 43 25	− 23 24	7410	− 0.075	− 0.020	184 53	199 16	498	+ 21	− 4
	16	λ Sagittarii	2.9	3 18 57	− 24 21	7721	− 0.028	+ 1.153	93 27	106 48	464	+ 65	− 3
	26	ε Tauri	3.7	13 54 33	+ 20 14	7472	+ 0.142	+ 1.310	111 58	126 11	491	+ 90	− 6
März	1	ε Geminor.	3.2	0 53 23	+ 24 33	7480	+ 0.010	− 0.726	245 21	259 33	490	− 2	− 6
	2	κ Geminor.	3.7	3 49 41	+ 24 3	7425	− 0.051	− 0.627	275 17	289 40	496	+ 5	− 6
	5	η Leonis	3.6	0 17 1	+ 16 50	7176	− 0.171	− 0.414	188 37	203 55	526	+ 18	− 5
	6	ι Leonis	4.0	16 41 7	+ 9 48	7041	− 0.211	− 1.376	56 50	72 39	543	− 60	− 7
	7	ν Virginis	4.2	4 40 48	+ 7 28	7014	− 0.219	+ 0.478	231 42	247 37	546	+ 70	− 1
	12	β¹ Scorpii	2.7	22 3 48	− 18 55	7320	− 0.157	+ 0.691	73 56	88 41	509	+ 71	−
	13	ν Scorpii	4.2	1 8 41	− 19 21	7338	− 0.152	− 0.142	118 40	133 22	506	+ 23	− 4
	15	λ Sagittarii	2.9	11 54 45	− 24 36	7643	− 0.027	+ 0.913	249 13	262 51	472	+ 65	− 1
	28	ε Geminor.	3.2	7 19 37	+ 24 49	7500	+ 0.010	− 0.438	8 50	22 56	488	+ 16	− 4
	29	κ Geminor.	3.7	9 53 21	+ 24 17	7432	− 0.052	− 0.362	33 4	47 26	496	+ 20	− 4
April	1	η Leonis	3.6	6 12 50	+ 16 59	7155	− 0.173	− 0.251	304 25	319 48	528	+ 27	−
	2	ι Leonis	4.0	22 45 40	+ 9 52	7026	− 0.213	− 1.302	174 48	190 40	544	− 43	− 7
	3	ν Virginis	4.2	10 47 4	+ 7 30	7004	− 0.221	+ 0.521	350 6	6 4	547	+ 73	− 1
	9	β¹ Scorpii	2.7	3 49 10	− 19 8	7323	− 0.158	+ 0.456	187 7	201 52	508	+ 57	− 1
	9	ω¹ Scorpii	4.1	4 27 2	− 19 14	7326	− 0.157	+ 1.290	196 17	211 1	508	+ 70	− 4
	9	ν Scorpii	4.2	6 54 16	− 19 35	7339	− 0.153	− 0.383	231 55	246 36	506	+ 11	− 6
	11	λ Sagittarii	2.9	18 15 58	− 24 51	7598	− 0.027	+ 0.659	11 20	25 6	477	+ 60	− 3
	24	ε Geminor.	3.2	15 30 34	+ 25 2	7569	+ 0.010	− 0.196	158 38	172 31	480	+ 30	− 2
	25	κ Geminor.	3.7	17 23 56	+ 24 31	7478	− 0.052	− 0.114	172 43	186 55	490	+ 35	− 2
	28	η Leonis	3.6	12 48 26	+ 17 11	7152	− 0.174	− 0.033	70 10	85 33	529	+ 39	− 3
	30	ι Leonis	4.0	5 18 7	+ 10 1	7010	− 0.214	− 1.132	299 46	315 42	546	− 25	7
	30	ν Virginis	4.2	17 20 39	+ 7 38	6986	− 0.222	+ 0.669	115 21	131 23	549	+ 87	−
Mai	6	β¹ Scorpii	2.7	9 48 17	− 19 14	7354	− 0.161	+ 0.357	303 49	318 27	505	+ 51	− 2
	6	ω¹ Scorpii	4.1	10 25 44	− 19 19	7357	− 0.160	+ 1.188	312 52	327 30	504	+ 70	− 3
	6	ν Scorpii	4.2	12 51 20	− 19 41	7369	− 0.156	− 0.483	348 5	2 40	503	+ 5	− 7
	8	λ Sagittarii	2.9	23 43 5	− 25 0	7612	− 0.027	+ 0.502	119 58	133 41	476	+ 48	− 1
	22	ε Geminor.	3.2	0 53 7	+ 25 8	7622	+ 0.011	− 0.086	326 22	340 3	475	+ 38	− 2
	23	κ Geminor.	3.7	2 13 46	+ 24 38	7530	− 0.053	+ 0.011	332 15	346 16	485	+ 42	−
	25	η Leonis	3.6	20 27 41	+ 17 18	7172	− 0.175	+ 0.104	211 57	227 15	527	+ 47	−
	27	ι Leonis	4.0	12 41 12	+ 10 7	7005	− 0.215	− 1.004	77 27	93 24	547	− 15	− 7
	28	ν Virginis	4.2	0 42 46	+ 7 45	6977	− 0.222	+ 0.785	252 46	268 50	550	+ 90	−

Digitized by Goog

Datum 1909		Name des Sterns	Gr.	T_0	δ_0	log p′	q′	q_0	S_1	S_2	x	Grenzen in Breite	
				h min sek		9.					∓0h		
Juni	2	β^1 Scorpii	2.7	17 2 12	— 19° 13′	7375	— 0.162	+ 0.359	79° 14′	93° 48′	503	+ 51°	— 21°
	2	ω^1 Scorpii	4.1	17 39 16	— 19 19	7379	— 0.161	+ 1.185	88 12	102 45	502	+ 70	+ 34
	2	ν Scorpii	4.2	20 3 16	— 19 40	7393	— 0.157	— 0.479	123 1	137 31	501	+ 6	— 72
	5	λ Sagittarii	2.9	6 1 15	— 25 2	7655	— 0.028	+ 0.465	241 26	255 1	471	+ 44	— 15
	22	η Leonis	3.6	4 47 12	+ 17 18	7203	— 0.176	+ 0.098	3 50	19 2	523	+ 47	— 28
	23	ι Leonis	4.0	20 41 55	+ 10 7	7016	— 0.215	— 1.016	224 36	240 30	545	— 16	— 79
	24	ν Virginis	4.2	8 41 7	+ 7 44	6980	— 0.222	+ 0.769	39 19	55 22	550	+ 90	0
	30	β^1 Scorpii	2.7	1 33 49	— 19 14	7369	— 0.162	+ 0.347	234 6	248 41	503	+ 50	— 22
	30	ω^1 Scorpii	4.1	2 10 52	— 19 20	7373	— 0.161	+ 1.171	243 3	257 37	503	+ 70	+ 32
	30	ν Scorpii	4.2	4 34 46	— 19 41	7389	— 0.157	— 0.489	277 51	292 22	501	+ 5	— 73
Juli	2	λ Sagittarii	2.9	14 4 2	— 25 1	7691	— 0.028	+ 0.473	29 9	42 36	467	+ 45	— 14
	8	Mars	—	3 45 39	— 7 7	7253	+ 0.241	— 1.363	158 18	173 16	517	— 51	— 90
	19	η Leonis	3.6	12 55 20	+ 17 12	7221	— 0.178	— 0.002	152 51	167 58	520	+ 41	— 34
	21	ι Leonis	4.0	4 40 52	+ 9 59	7031	— 0.216	— 1.154	11 18	27 9	544	— 26	— 79
	21	ν Virginis	4.2	16 38 21	+ 7 36	6991	— 0.223	+ 0.622	185 35	201 35	549	+ 82	— 7
	27	β^1 Scorpii	2.7	10 36 19	— 19 21	7332	— 0.160	+ 0.221	36 38	51 21	507	+ 43	— 29
	27	ω^1 Scorpii	4.1	11 13 49	— 19 27	7337	— 0.159	+ 1.050	45 43	60 25	506	+ 70	+ 21
	27	ν Scorpii	4.2	13 39 28	— 19 48	7353	— 0.155	— 0.615	80 57	95 35	505	— 1	— 85
	29	λ Sagittarii	2.9	23 31 59	— 25 4	7686	— 0.027	+ 0.421	198 7	211 36	467	+ 42	— 17
	30	σ Sagittarii	2.1	10 19 10	— 25 11	7721	+ 0.003	+ 1.255	353 36	6 58	464	+ 64	+ 53
Aug.	5	Mars	—	4 14 39	— 2 28	7350	+ 0.257	+ 0.223	183 36	198 14	505	+ 54	— 30
	12	ε Geminor.	3.2	0 12 49	+ 25 13	7570	+ 0.008	+ 0.001	36 59	50 52	480	+ 41	— 16
	13	$\varkappa$ Geminor.	3.7	2 0 23	+ 24 39	7515	— 0.055	+ 0.031	48 41	62 45	487	+ 43	— 19
	17	ι Leonis	4.0	11 59 2	+ 9 51	7036	— 0.219	1.310	147 46	163 36	543	— 43	— 79
	17	ν Virginis	4.2	23 56 56	+ 7 27	6997	— 0.226	+ 0.446	322 9	338 8	548	+ 68	— 17
	23	β^1 Scorpii	2.7	19 2 35	— 19 35	7283	— 0.157	— 0.031	190 5	204 58	513	+ 30	— 43
	23	ω^1 Scorpii	4.1	19 40 48	— 19 41	7288	— 0.156	+ 0.806	199 20	214 13	512	+ 70	+ 4
	23	ν Scorpii	4.2	22 9 18	— 20 2	7303	— 0.152	— 0.872	235 17	250 6	511	— 16	— 90
	26	λ Sagittarii	2.9	9 11 55	— 25 14	7635	— 0.025	+ 0.249	10 2	23 41	474	+ 31	— 27
	26	σ Sagittarii	2.1	20 10 7	— 25 20	7674	+ 0.005	+ 1.106	168 17	181 48	469	+ 64	+ 30
Sept.	1	Mars	—	15 39 5	— 1 36	7532	+ 0.268	+ 1.052	20 37	34 38	485	+ 88	+ 17
	2	Saturn	—	16 33 10	+ 5 1	7459	+ 0.259	— 1.224	20 59	35 15	493	— 31	— 84
	8	ε Geminor.	3.2	5 39 5	+ 25 25	7553	+ 0.007	+ 0.214	145 22	159 17	482	+ 55	— 5
	9	$\varkappa$ Geminor.	3.7	7 32 59	+ 24 49	7487	— 0.057	+ 0.208	159 37	173 47	489	+ 54	— 10
	12	η Leonis	3.6	2 15 37	+ 17 11	7189	— 0.181	— 0.033	46 38	61 53	524	+ 40	— 36
	20	β^1 Scorpii	2.7	2 7 4	— 19 51	7251	— 0.157	— 0.323	323 3	338 3	517	+ 15	— 61
	20	ω^1 Scorpii	4.1	2 45 52	— 19 57	7254	— 0.156	+ 0.522	332 26	347 26	517	+ 60	— 13
	20	ν Scorpii	4.2	5 16 38	— 20 18	7268	— 0.152	— 1.172	8 57	23 54	515	— 38	— 90
	21	ϑ Ophiuchi	3.4	13 21 59	— 23 57	7440	— 0.091	+ 1.040	114 30	128 49	495	+ 66	+ 22
	22	λ Sagittarii	2.9	17 38 35	— 25 29	7566	— 0.023	— 0.111	163 32	177 25	480	+ 17	— 42
	23	σ Sagittarii	2.1	4 55 24	— 25 35	7602	+ 0.006	+ 0.870	326 27	340 13	477	+ 64	+ 10
	28	Mars	—	15 2 4	— 4 38	7615	+ 0.269	— 0.151	44 37	58 22	475	+ 33	— 50
	30	Saturn	—	0 1 30	+ 4 25	7520	+ 0.266	— 1.113	161 41	175 44	486	— 21	— 85
Okt.	5	ε Geminor.	3.2	11 52 23	+ 25 40	7588	+ 0.006	+ 0.475	265 37	279 25	478	+ 74	+ 8
	6	$\varkappa$ Geminor.	3.7	13 22 5	+ 25 3	7500	— 0.058	+ 0.457	273 46	287 53	488	+ 72	+ 3
	9	η Leonis	3.6	7 55 9	+ 17 20	7166	— 0.182	+ 0.138	158 19	173 39	527	+ 49	— 27
	11	ι Leonis	4.0	0 14 58	+ 9 53	7004	— 0.222	— 1.272	25 25	41 22	547	— 37	— 79
	11	ν Virginis	4.2	12 19 23	+ 7 26	6973	— 0.229	+ 0.433	201 27	217 32	551	+ 67	— 18
	17	β^1 Scorpii	2.7	8 2 42	— 20 2	7253	— 0.158	— 0.527	78 49	93 49	517	+ 4	— 76
	17	ω^1 Scorpii	4.1	8 41 35	— 20 8	7257	— 0.157	+ 0.320	88 14	103 13	516	+ 48	— 24
	18	ϑ Ophiuchi	3.4	19 30 17	— 24 9	7421	— 0.091	+ 0.820	233 24	247 48	497	+ 66	+ 6
	20	λ Sagittarii	2.9	0 12 34	— 25 42	7524	— 0.024	— 0.247	288 51	302 53	486	+ 4	— 57
	20	σ Sagittarii	2.1	11 43 58	— 25 48	7550	+ 0.006	+ 0.645	95 24	109 20	482	+ 57	— 5
	27	Saturn	—	7 48 17	+ 3 28	7503	+ 0.270	— 1.257	307 16	321 23	488	— 33	— 86

Digitized by Google

Datum 1909		Name des Sterns	Gr.	T_0 h m sek	δ_0	log p' 9.	q'	q_0	S_1	S_2	x ∓0h	Grenzen in Breite	
Nov.	1	ε Geminor.	3.2	20 8 52	+25° 51'	7659	−0.007	+0.659	56° 48'	70° 22'	470	+90°	+18
	2	κ Geminor.	3.7	20 52 29	+25 14	7556	−0.058	+0.651	53 23	67 18	481	+90	−14
	5	η Leonis	3.6	14 13 56	+17 30	7171	−0.183	+0.324	279 53	295 12	527	+61	−18
	7	ι Leonis	4.0	6 25 37	+10 1	6991	−0.222	−1.118	144 55	160 55	549	−22	−79
	7	ν Virginis	4.2	18 30 49	+ 7 33	6957	−0.229	+0.568	321 8	337 17	553	+78	−11
	15	ϑ Ophiuchi	3.4	1 7 43	−24 14	7444	−0.092	+0.729	344 38	358 57	495	+66	0
	16	λ Sagittarii	2.9	5 43 7	−25 48	7533	−0.024	−0.356	38 20	52 20	485	− 1	−65
	16	φ Sagittarii	3.3	13 10 56	−25 55	7547	−0.005	+1.256	146 13	160 10	483	+63	+52
	16	Venus	—	16 27 5	−25 55	7181	−0.001	+0.105	192 50	208 1	525	+20	−36
	16	σ Sagittarii	2.1	17 15 7	−25 55	7551	+0.005	+0.535	205 2	218 58	482	+48	−11
	29	ε Geminor.	3.2	6 17 44	+25 55	7722	+0.008	+0.706	236 9	249 30	464	+90	+21
	30	κ Geminor.	3.7	6 21 51	+25 18	7625	−0.059	+0.705	222 51	236 32	475	+90	+17
Dez.	2	η Leonis	3.6	22 5 8	+17 34	7211	−0.185	+0.387	64 42	79 51	522	+65	−15
	4	ι Leonis	4.0	13 43 22	+10 4	7001	−0.223	−1.053	281 17	297 14	548	−17	−79
	5	ν Virginis	4.2	1 43 28	+ 7 36	6959	−0.230	+0.620	96 13	112 20	553	+83	− 8
	26	ε Geminor.	3.2	16 38 20	+25 53	7733	+0.006	+0.680	58 21	71 40	463	+90	+20
	27	κ Geminor.	3.7	16 33 55	+25 15	7657	−0.060	+0.659	42 57	56 31	470	+90	−14
	30	η Leonis	3.6	7 16 0	+17 29	7262	−0.187	+0.295	229 30	244 28	516	+59	−29
	31	ι Leonis	4.0	22 14 37	+ 9 58	7035	−0.225	−1.158	76 7	91 57	543	−25	−79

Bei der Auswahl der Sternbedeckungen und bei der Beurteilung, ob eine Sternbedeckung mit Hilfe eines Fernrohrs von bestimmter Lichtstärke sichtbar sein wird, ist das Alter des Mondes in Betracht zu ziehen. Es sollen deshalb die Mondphasen für das Jahr 1909 hier zusammengestellt werden.

1909.

(Mittlere Greenwicher Zeit.)

Neumond			Erstes Viertel			Vollmond			Letztes Viertel		
						Januar	6	2h	Januar	14	6h
Januar	21	12h	Januar	28	3h	Februar	4	20	Februar	13	1
Februar	19	23	Februar	26	15	März	6	15	März	14	16
März	21	8	März	28	5	April	5	8	April	13	3
April	19	17	April	26	21	Mai	5	0	Mai	12	10
Mai	19	2	Mai	26	13	Juni	3	13 ☾	Juni	10	15
Juni	17	11 ⊙	Juni	25	7	Juli	3	0	Juli	9	19
Juli	16	23	Juli	25	0	August	1	9	August	8	0
August	15	12	August	23	16	August	30	17	September	6	8
September	14	3	September	22	7	September	29	1	Oktober	5	19
Oktober	13	20	Oktober	21	19	Oktober	28	10	November	4	10
November	12	14	November	20	5	November	26	21 ☾	Dezember	4	4
Dezember	12	8 ⊙	Dezember	19	14	Dezember	26	9			
⊙ Sonnenfinsternis						☾ Mondfinsternis					

Hamburg, 1908 Januar 7. Dr. Stechert.

Digitized by Google

Kleinere Mitteilungen.

1. **Berichtigung** zu der Abhandlung von G. Tietz: **Orkan im Arabischen Meer vom 23. Oktober bis 3. November 1906.** (»Ann. d. Hydr. usw.« 1908, S. 156 u. ff.) Bei der Bearbeitung dieser Abhandlung sind insbesondere auch die Ausführungen von Herrn P. H. Gallé in »Mededeelingen en Verhandelingen« Nr. 5, Kon. Nederl. Meteor. Inst. unter dem Titel »Cyclone in the Arabian Sea. Oktober 18th—November 4th 1906« zugrunde gelegt. Die Luftdruckkarten auf Tafel 7 sind eine Wiedergabe der der Arbeit von Herrn Gallé beigegebenen Tafel.

Herr Gallé macht die Redaktion freundlichst darauf aufmerksam, daß hier auf S. 156, Zeile 8 v. u. entgegen dem Text seiner Abhandlung steht: eine sehr tiefe Depression, während es heißen sollte: eine sehr flache Depression.

2. **Kursus in Meeresforschung zu Bergen 1908.** Wie früher, soll auch in diesem Jahre, während der Zeit vom 10. August bis 15. Oktober, in Bergen ein Kursus in Meeresforschung abgehalten werden.

Der Unterricht wird teils in Vorlesungen und praktischen Übungskursen sowie in Anleitung zu Arbeiten im Laboratorium, teils in Untersuchungen auf Exkursionen bestehen. Die Kurse werden nach folgendem Plan erfolgen:

I. Dr. A. Appellöf: 1. Systematische Durchnahme der repräsentativen Formen der Evertebraten der norwegischen Fjorde des Nordmeeres und der Nordsee nebst Demonstrationen und Anleitung zu deren Bestimmung. 2. Übersicht über die Verteilung der Fauna dieses Gebietes auf dem Meeresboden und deren Abhängigkeit von topographischen und physikalischen Verhältnissen. 3. Exkursionen in den angrenzenden Fjorden zum Studium der Evertebratenfauna (Biologie und Verbreitung). Außerdem wird Gelegenheit zum morphologischen Studium (Dissektion usw.) verschiedener Evertebrattypen gegeben werden.

II. Dr. D. Damas: 1. Tierisches Plankton des Nordmeeres (Systematik, mit spezieller Berücksichtigung der Fischeier und Fischlarven). 2. Allgemeine Planktonbiologie.

III. B. Helland-Hansen: Vorlesungen mit praktischen Übungen über die Grundzüge der Ozeanographie der nordeuropäischen Meeresgebiete (Methoden und Resultate).

IV. E. Jörgensen: Vegetabilisches Plankton: Diatomeen und Peridineen der Nordsee und des Nordmeeres (Biologie und Systematik) mit Demonstration der wichtigeren Arten. Auf Wunsch können auch andere Gruppen von Planktonprotisten mitgenommen werden.

V. Dozent C. F. Kolderup: 1. Die Ablagerungen des Meeres. 2. Die glazialen und postglazialen Ablagerungen Norwegens (mit besonderer Rücksicht auf die Molluskenfauna).

Außer diesen Vorlesungen, die so eingeteilt sind, daß sie auf Wunsch von sämtlichen Teilnehmern gehört werden können, sollen in Hydrographie und Plankton Kurse für Spezialisten in Verbindung mit wissenschaftlichen Untersuchungen (im Laboratorium und auf Exkursionen) abgehalten werden.

Die Vorlesungen werden in deutscher Sprache abgehalten; außerhalb der Vorlesungen wird von den Lehrern auch Englisch und Französisch gesprochen. Jeder Teilnehmer bezahlt eine Vergütung von 150 Kronen (norw.),[1]) gleichgültig, ob er an allen oder nur an einem Fach teilnimmt. Die Teilnehmer in den biologischen Kursen müssen Mikroskop, Lupe und Präparierbesteck mitbringen.

Anmeldungen müssen bis zum 1. Juli d. J. an das »Institut für Meereskunde des Museums in Bergen, Norwegen« geschickt werden. Gleichzeitig bittet man um Mitteilung darüber, in welcher Ausdehnung man an den Kursen teilzunehmen wünscht.

3. **Reise von Swakopmund nach Durban, Beira und Madagaskar, zurück nach Port Elisabeth und weiter.** Bericht des Kapitän Pohlenz, R. P. D. »König«.

R. P. D. »König« hatte auf der Ausreise nach Swakopmund am 21. November 1907 in etwa 7° N-Br. die Südgrenze des Nordostpassates erreicht und schon

[1]) 1 Krone = 1.12 *M*.

Digitized by Google

Tags darauf die Nordgrenze des Südostpassates überschritten. Im Verlauf der Reise bis Swakopmund, das am 1. Dezember erreicht wurde, fand Kapitän Pohlenz einen sehr raumen, mäßigen bis frischen Passat bei meist bewölktem Himmel. Im Benguelastrom wurden nur schwache nördliche Versetzungen bemerkt, nahe der Küste vor Swakopmund wurde Stromstille oder eine schwache südsüdöstliche Strömung gefunden. In Swakopmund selbst, wo der Dampfer bis zum 12. Dezember lag, wechselten nachts Landwind und tags Seebrise regelmäßig ab; die bekannte hohe Dünung aus Süden auf dieser Reede wurde öfters sehr unangenehm empfunden, da das Schiff dann dwars zur See lag und heftig schlingerte. In Lüderitzbucht, wo der Dampfer vom 14. bis 18. Dezember lag, wehte es beständig zwischen 9ʰ V. und 10ʰ N. steif aus Südwest um nur während der Nachtstunden etwas abzuflauen. Charakteristisch für die Ansteuerung der Lüderitzbucht bei Nebel sind nach Kapitän Pohlenz die Lotungsergebnisse, da man nördlich vom Breitenparallel der Diaz-Huk, Sand, südlich davon korallenhaltigen Grund lotet. Der steife Südwestwind wehte auch auf der Weiterreise von Lüderitzbucht bis zur Höhe von Port Nolloth, erst von da an wurde der Wind handiger, um in der Bucht von St. Helena ganz still zu werden. Auf dieser Strecke wurden folgende Versetzungen festgestellt: vom 18. auf 19. Dezember in 27° 30′ S-Br. und 15° O-Lg.: rw. SSW$^1/_2$W 0.5° Sm p. Std., vom 19. auf 20. Dezember in 30° 30′ S-Br. und 17° O-Lg.: rw. OSO$^1/_2$O 0.8 Sm p. Std. In 32° 43′ S-Br. und 17° 50′ O-Lg. oder mw. WzS, 2 Sm von dem Britannia Riffe vor der St. Helena Bucht wurde Brandung oder starke Stromrasselung bemerkt; eine sofort vorgenommene Lotung, mw. NNO$^1/_2$O 2 Sm von dieser Stelle, ergab 44 m Wassertiefe.

Bis zur Höhe von Kapstadt wurde jetzt leichter bis mäßiger Südwestwind bei meist bedecktem Wetter und bewegter See angetroffen, eine Stromversetzung wurde nicht bemerkt. Bei der Ansteuerung des Leuchtfeuers auf dem Kap der guten Hoffnung stellten sich Unterschiede mit der in der Brit. Adm.-Krt. Nr. 2082 Sheet I, Table Bay to Cape Agulhas und in dem Leuchtfeuer-Verzeichnis Heft VI, Titel VIII, Nr. 74 gegebenen Kennung dieses Leuchtfeuers heraus, auf die Kapitän Pohlenz besonders aufmerksam macht. Der in obigen beiden Quellen als Bogen über rw. 120 bis 126° (mw. SSO$^3/_4$O bis SSO$^1/_4$O) angegebene dunkle Sektor wurde an Bord des »König« am 21. Dezember von 3ʰ bis 4ʰ V. um 14° größer, nämlich von rw. 106° (mw. SO) bis rw. 126° (mw. SSO$^1/_4$O) beobachtet. Die Durchsegelung des Sektors auf mw. SzO Kurse in 15 Sm Abstand vom Leuchtfeuer betrug 6.5 Sm. Ein teilweises Versagen des Leuchtapparates über dem fraglichen Bogen von 14° dürfte nicht ausgeschlossen sein.

Vom Kap Agulhas, das Mittags am 21. Dezember passiert wurde, bis zum 24. früh herrschten mäßige bis stürmische östliche Winde vor, die besonders in den frühen Morgenstunden stark aufzufrischen pflegten. Als Stromversetzung vom 21. bis 22. mittags, wo das Schiff auf der Höhe von Kap St. Francis war wurde N$^1/_4$W 0.2 Sm p. Std. gefunden. Am 24. früh 4ʰ holte der Wind nach einem heftigen Gewitter plötzlich nach Südwest und erreichte gegen 8ʰ V. Sturmstärke, um erst vor Durban allmählich wieder abzuflauen. 2.5 Sm westlich von der Great Fish-Huk wurde das Wrack eines Dampfers (Kilbrennan) deutlich erkannt, von dem die Maststümpfe über Wasser ragten. Als Madagaskar Riff passiert wurde, ergab ein Lotwurf $^1/_2$ Sm südlich davon eine Wassertiefe von nur 18.9 m, was Kapitän Pohlenz in dem Eindruck bestärkte, als ob das Riff etwas weiter südlich liegt, wie in seiner Karte[1]) angegeben war. Auf der Cangella-Untiefe, südlich von Shepstone war nichts von Brandung zu sehen und fehlte jeglicher Anhaltspunkt dafür, daß man die Bank passiert hatte, dagegen waren vor den Mündungen des Umzimkulu- und des Umkomass-Flusses die schmutzigen Wassermassen der Flüsse auf $^1/_2$ Sm Abstand vom Lande deutlich erkennbar, und es wurde hier eine starke nördliche Versetzung bemerkt.

In Durban war der Wind am 24. abends plötzlich wieder aus Südwest Stärke 10, bei heftigen Regenböen und erst im Laufe des 25. flaute es ab, um

[1]) Brit. Adm. Krt. Nr. 2086, Waterloo Bay to Bashee River.

Digitized by Google

am 26. mittags, als der Dampfer den Hafen verließ, aus Nordost wieder stark aufzufrischen. Dieser nordöstliche Wind blieb und wurde stärker, je mehr der Dampfer nach Norden kam; erst als das Schiff am 28. Dezember bei der Zavara-Huk, nördlich der Delagoa-Bai dicht unter die Küste kam, wurde es bedeutend flauer. Auf dem höchsten Punkte dieser Huk schien nach Kapitän Pohlenz ein Leuchtturm mit Wärterhaus im Bau zu sein. Die Stromversetzungen zwischen Durban und dem südlichen Eingang zum Mozambique-Kanal waren südlich bis südwestlich, etwa 1 Sm p. Stunde. Nach Passieren von Burra Falsa (Kap Lady Grey) am 29. Dezember kam südlicher Wind mit starken Regenschauern durch, und dieses Wetter blieb unverändert bis zur Ankunft des Dampfers in Beira am 30. Dezember. Am 1. Januar 1908 wurde dieser Hafen bei schönem Wetter und leichter östlicher Brise verlassen und nach Majunga an der Nordwestküste von Madagaskar gedampft. Das Wetter im nördlichen Teile des Kanales war meist heiter bei mäßigen nordöstlichen Winden und ruhiger See. Bemerkenswert sind die Stromversetzungen in diesem Teil unter der madagassischen Westküste. Während nach Abgang von Beira für das erste Etmal am 2. Januar mittags in 18° 38′ S-Br. und 37° 47′ O-Lg. ein ganz geringer Südoststrom gefunden wurde, war am 4. Januar mittags in 15° 29′ S-Br. und 44° 33′ O-Lg. für 48 Stunden ein rw. N 80° O 47 Sm, und weiter von hier bis zur Ankunft in Majunga ein rw. NO 1 Sm p. Std. setzender Strom ermittelt worden. Da später, zwischen Majunga und Nossi Bé in 21 Stunden eine rw. N 16° W 22 Sm setzende Strömung gefunden wurde, kommt Kapitän Pohlenz zu der Ansicht, daß im Januar südlich und quer ab von Kap St. Andrew der Strom recht auf die madagassische Küste zusetzt, während er nördlich davon bis Kap Amber hin längs der Küste in mehr nördlicher Richtung verläuft.

Beim Passieren der Euryalus-Bank vor der Einfahrt nach Majunga wurde, bei sonst glatter See, Dünung auf derselben bemerkt, woraus Kapitän Pohlenz schließt, daß die Wassertiefen auf dieser Untiefe vermutlich geringer sind, als die Brit. Adm.-Krt. Nr. 2667, Cape St. Andrew to Antongil Bay, angibt (geringste Tiefe 8.6 m). Tonnen wurden bei der Einsteuerung nicht bemerkt; neu war eine Marconi-Signalstation auf dem Ambohivarta-Hügel, die eine gute Landmarke bildete. Zwischen Majunga und Nossi Bé wehten leichte bis mäßige nordwestliche Winde bei beständigem heftigen Regen; in Nossi Bé selbst waren am 8. und 9. Januar Gewitter bei starkem Südwestwinde und strömenden Regen häufig.

Auf der Rückreise nach Durban vom 9. bis 16. Januar wurde, wie folgt, beobachtet:

Datum	Süd-Breite	Ost-Länge	Wind	Wetter	Strom (rw.) p. Stunde
bis 10. I. in	13° 42′	46° 49′	SW bis NW 2—5	bedeckt, regnerisch	Nord 1 Sm
bis 11. I. in	15° 51′	43° 34′	WSWlich 5—1	meist heiter	Nördlich 0.2
bis 12. I. in	18° 18′	41° 6′	Mallung 1—3	heiter	N 62° O 1.5
bis 13. I. in	21° 26′	38° 38′	Mallung 0—3	heiter	N 78° O 0.2
bis 14. I. in	24° 35′	36° 25′	SO bis NO 1—4	heiter	Ost 0.5
bis 15. I. in	27° 49′	33° 54′	NW bis NO 3—7	bewölkt	S 7° O 0.9
bis 16. I. in	28° 34′	32° 31′	SSWlich 5—9	bedeckt, böig	N 57° W 1.0
bis 16. I. in	29° 27′	31° 35′	SzW 6—3	bedeckt	S 14° W 0.9

Über seinen Aufenthalt in Durban und den weiteren Verlauf der Reise nach Port Elisabeth berichtet Kapitän Pohlenz weiter. »Vom 16. bis 18. Januar stand in Durban ostnordöstlicher Wind bei schönem klaren Wetter. Am 18. abends frischte der Wind auf, wehte während der Nacht stark und sprang am 19. früh in einer Bö plötzlich nach Südwest um. Um dieselbe Zeit verließ ich den Hafen, um über East London nach Port Elisabeth zu dampfen. Der starke südwestliche Wind begleitete uns bis zur Mündung des St. John Flusses, wo starker Regen eintrat und der Wind allmählich einschlief. Auf East London Reede am 20. Januar fand ich steifen ostnordöstlichen Wind, der gegen Mittag Stärke 5 nach Beaufort erreichte und abends abflaute. Wegen dieses Windes, der recht auf die Hafeneinfahrt steht, wurden Schiffe nicht in den inneren Hafen ge-

Digitized by Google

nommen, da die Barre des Buffalo Flusses unpassierbar war; für aus dem inneren Hafen kommende Schiffe lag kein Hemmnis vor. Als niedrigsten Wasserstand bei Niedrigwasser fand ich auf der Reede 5.5 m Wassertiefe. In der Nacht zum 21. kam schnell ein heftiger Westsüdwestwind mit Regen auf, der sich schon vorher durch drohende Wolkenbildung im Südwesten angezeigt hatte, und mir das Passieren der Barre am Morgen des 20. ermöglichte. Während der Liegezeit im inneren Hafen bis zum 25. wechselten Westsüdwest- und Ostnordost-Wind alle 24 Stunden ziemlich regelmäßig ab; am 25. früh bei Nipptide wurde East London verlassen und eine ruhige Barre angetroffen. Auf der Fahrt nach Port Elisabeth, wo ich am 27. eintraf, wehte leichter bis mäßiger südwestlicher Wind bei trüber, zeitweise nebeliger Witterung. Das Schiff lag vom 27. bis 31. Januar auf der Reede, wo bis zum 29. südliche Winde wehten, die morgens flau, nachmittags frisch aus Südsüdost waren. Am 30. sprang der Wind nach Nordwest um und wurde stärker, ein Wechsel, der sich schon vorher durch ein allmählich immer klareres Hervortreten der umliegenden Bergkuppen anzeigte. Nach Verlassen des Hafens wurde bis zum Kap der guten Hoffnung kein Strom, auf der Strecke zwischen letzterem und dem Kap Agulhas jedoch eine gewaltige westliche Dünung gefunden. Im Südatlantischen Ozean, in der Benguela Strömung fand ich stets kräftige Versetzungen nach nordwestlicher Richtung bei südlichen bis südöstlichen Winden, die anfangs steif waren und immer flauer wurden, je weiter das Schiff nach Norden kam.« In 19° Süd-Breite traf der Dampfer dann die südliche Grenze des Stillengürtels, der sich bis 11.5° Süd Breite ausdehnte, wo ein flauer Südostpassat einsetzte. v. d. B.

4. **Erfahrungen mit Unterwasser-Glockensignalen.** Bericht des Kapitäns Högemann vom Dampfer des Norddeutschen Lloyd »Kronprinzessin Cecilie«.

„Über besonders gute Resultate der Unterwasserglocken-Signale, welche D. »Kronprinzessin Cecilie« auf der Heimreise im anhaltend dichten Nebel von Dungeness bis Terschellinger Bank-Feuerschiff bei den in Frage kommenden Feuerschiffen erzielte, berichte ich folgendes:

Nachdem Dungeness am 23. 3. d. J. um 8ʰ 35ᵐⁱⁿ N. passiert war, setzte um 8ʰ 50ᵐⁱⁿ dichter Nebel ein. Dover passierten wir nach Schätzung des Nebelsignals um 10ʰ 30ᵐⁱⁿ N. Um 11ʰ 25ᵐⁱⁿ N. hörten wir dann die Töne der Unterwasserglocken vom East Goodwin-Feuerschiff in etwa 7 Sm Entfernung sehr schwach mit dem B-B.-Empfänger, jedoch war die Kennung deutlich; mit dem St-B.-Empfänger wurde nichts gehört. Bei unserer Annäherung zum Feuerschiff wurden die Töne immer deutlicher, so daß der Klang allmählich ein vollständig reiner und metallener war. Um 12ʰ 17ᵐⁱⁿ waren die Töne am deutlichsten und war wohl anzunehmen, daß sich das Feuerschiff in Querpeilung von uns befand. Nach dieser Zeit wurden die Töne allmählich schwächer; um 12ʰ 52ᵐⁱⁿ wurden die letzten Töne vernommen. Von der Handnebelsirene des Feuerschiffs hörten wir nichts.

Als wir uns nach Schätzung in Querpeilung vom East Goodwin-Feuerschiff befanden, hörten wir die Glocken von Sandettie-Feuerschiff schwach und zwar nur mit dem St-B.-Empfänger, jedoch war die Kennung sehr deutlich, der Ton kurz und scharf ohne Nachklang; die Entfernung war etwa 9 bis 10 Seemeilen. Die Nebelsirene des Feuerschiffs wurde zuerst um 12ʰ 59ᵐⁱⁿ gehört und zwar in 3 Sm Entfernung. Um 1ʰ 21ᵐⁱⁿ V. passierten wir das Feuerschiff in etwa 2 Sm Abstand nach Schätzung der Nebelsirene und um 1ʰ 48ᵐⁱⁿ wurden die letzten Töne vernommen.

Ebenfalls hörten wir die Glocken des Nord Hinder-Feuerschiffs in etwa 10 Sm Entfernung schwach und zwar nur mit dem St-B.-Empfänger. Da wir Nord Hinder-Feuerschiff in etwa 7 Sm Abstand passieren sollten, blieben die Töne sehr undeutlich, zeitweise laut, dann schwächer mit unregelmäßigen Pausen, so daß eine angenäherte Querpeilung nach dem Tone durchaus nicht zu schätzen war. Das Nebelsignal des Feuerschiffes wurde nicht gehört.

Um 11ʰ 25ᵐⁱⁿ V. wurden die Glocken vom Haaks-Feuerschiff in etwa 15 Sm Entfernung schwach mit dem St-B.-Empfänger gehört, jedoch war die Kennung deutlich; mit dem B-B.-Empfänger wurden keine Töne vernommen. Bei

Annäherung zum Feuerschiff wurden die Töne dann allmählich sehr deutlich und scharf. Durch mehrfach vorgenommene Kursveränderungen war es uns möglich, die Richtung des Feuerschiffes innerhalb eines Striches bestimmen zu können. Um 1^h N. hörten wir die Nebelsirene des Feuerschiffes sehr schwach St-B. voraus, passierten das Feuerschiff um 1^h 23^{min} N. 1 Sm an St-B. nach Schätzung des Nebelsignals, in welchem Abstande dasselbe auch passiert werden sollte. Die letzten Töne der Unterwasserglocken wurden um 1^h 39^{min} N. vernommen.

Während der ganzen Zeit hatten wir dichten Nebel, leichte Süd- bis Südwest-Winde und fast ruhige See.

Bemerken möchte ich noch, daß bei der so sehr reduzierten Fahrt (etwa 15 Knoten Fahrt) kein Geräusch durch Bugwasser und Wellen am Bug des Schiffes erzeugt wurde; und daß in der Umgebung des Telephons vollständige Ruhe herrschte."

5. **Welt-Zeitsignal**. Die französische Akademie der Wissenschaften hat einem aus den Mitgliedern der astronomischen, geographischen, Schiffahrts- und Physik-Abteilung bestehenden Ausschusse die Frage zur Erwägung überwiesen, wie und ob sich Zeitsignale für die ganze Erde mit Hilfe der Funkentelegraphie einrichten lassen. Die Anregung gab Herr Bonquet de la Goye, dessen in Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences t. CXLVI Nr. 13 veröffentlichte Denkschrift hier im Auszug wiedergegeben wird:

Ein kurzer Rückblick über die Entwickelung der Längenbestimmung zeigt, daß diese von der Zuverlässigkeit der Uhr, die die Zeit des ersten Meridians zeigt, abhängt; durch fehlerhafte Angaben der Seeuhren sind schon viele Schiffe gefährdet worden. Könnte nicht die Funkentelegraphie an Land wie auf See und zwar für die ganze Erde die Zeit eines ersten Meridians angeben?

Die Hertzschen Wellen von der Funkentelegraphenstelle des Eiffelturmes in Paris haben 2000 km Reichweite, die durch Vermehrung der Stromstärke sich verdoppeln ließe.

Errichtete man beispielsweise auf dem Pik von Teneriffa in 3710 m Höhe eine Station mit einer zum Meer herabgeführten Antenne von 14 km, so würde die jetzige Reichweite leicht verzehnfacht werden, d. h. die Signale würden die Antipoden erreichen.

Es würde sich nicht um eine Funkspruchstelle des Weltverkehrs hierbei handeln, sondern nur um einmalige Abgabe am Tage eines Signals von ausnehmender Intensität, das die Zeit eines ersten Meridians angibt, zu dem als Analogon der Fortpflanzung über die ganze Erde die Krakatau-Luft- und Wasserwelle angeführt werden möge, die von allen Schreibbarometern und selbsttätigen Flutmessern registriert wurde.

Dies Zeitsignal müßte um Mitternacht abgegeben werden, damit es auf seinem Wege nach allen Richtungen halb um die Erde nicht durch den Einfluß der Sonne auf die elektrische Welle beeinträchtigt wird. Dies Zeitsignal müßte ein internationales sein, d. h. nur die Zeit eines festzusetzenden ersten Meridians angeben und nicht etwa nacheinander die Zeiten der verschiedenen Länder.

Die Möglichkeit des Aussendens dieses Welt-Zeitsignals hat Herr Becquerel, Vorsitzender der Kommission für drahtlose Telegraphie, und Amiral Gaschard, Vorstand des technischen Dienstes der Marine angenommen. Der letztere hält die Benutzung des Piks von Teneriffa nicht für nötig, sogar eher den Berg selbst für schädlich, dagegen eine 6 km lange flache fern von jedem Berg liegende Meeresküste für geeignet und schlägt die Küste von Guet'ndar (Senegal) im Gebiet des Passates hierzu vor.

Jedenfalls würde ein Welt-Zeitsignal die Sicherheit der Seeschiffahrt sehr erhöhen und an Land die langwierige Längenberechnung unnötig machen.

Praktisch erproben ließe sich der Vorschlag wenn nach Verstärkung des Stromes und Verlängerung der Antennen vom Eiffelturm um Mitternacht Pariser Zeit ein Signal gegeben würde, das von den das Atlantische Meer befahrenden zahlreichen Schiffe aufgenommen werden kann.

Bei diesem Versuche würde man die erforderlichen Erfahrungen für die Welt-Zeitsignalstelle sammeln. Es möge daher dem Marineminister dieser Vorschlag unterbreitet werden. M.

Digitized by Google

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Pierre Engel: **Déviations des Compas. Etude géométrique, Compensation du compas Thomson.** 8°. 64 S. m. 4 Tafeln und magnetischen Karten. Paris 1907.

Wie der Titel sagt, gibt das Büchlein eine Darstellung der Deviationstheorie auf Grund geometrischer Betrachtung. Die Methode ist durchaus synthetisch; es werden die verschiedenen am Kompaßorte vorhandenen magnetischen Felder, das erdmagnetische, das dem festen und das dem induzierten Schiffsmagnetismus entsprechende betrachtet. Insbesondere wird das letztere zerlegt in drei Felder, von denen das erste fest in der Horizontalebene, das zweite fest im Schiff ist, während das dritte sich in demselben Sinne und mit der doppelten Geschwindigkeit dreht wie das Schiff. Nachdem diese Resultate durch Betrachtung von Induktionsstangen in verschiedenen Lagen abgeleitet sind, wird die Deviationsformel aus dem Kräftediagramm abgelesen. Ein bemerkenswerter, weil in den meisten Lehrbüchern zu kurz kommender Abschnitt erörtert die Frage der physikalischen Grundlagen des Induktionsproblems, den Verlauf der — gewöhnlich unbesehen als Konstante eingeführten — Magnetisierungsfunktion für schwache induzierende Felder und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Der dritte Abschnitt des Werkes beschäftigt sich mit dem Thomson-Kompaß und seiner Kompensation; der Fluidkompaß wird nur gelegentlich einmal erwähnt, wie denn auch von der Nadelinduktion an keiner Stelle die Rede ist. Im vierten Abschnitt ist von verschiedenen teils theoretischen, teils praktischen Dingen die Rede. Es sei hier besonders auf die »Morelsche Gerade« aufmerksam gemacht. Eine halbkreisige Ablenkung

$$\delta = B \cdot \sin z + C \cdot \cos z$$

werde in Polarkoordinaten dargestellt, indem z als Winkel und δ als Radius vector aufgetragen wird. Der Endpunkt von δ liegt auf einem Kreise durch den Anfangspunkt. (Siehe die Figur, in der im Maßstab 1° = 3 mm, B = + 10°, C = − 7° gewählt ist.) Nach Morel führt man nun diesen Kreis durch Inversion in eine Gerade über. Man setzt $\varrho = \frac{P}{\delta}$, wo P eine konstante Zahl (in der Figur ist P = 100 gewählt). Der Endpunkt von ϱ liegt auf einer Geraden. Diese Gerade kann gezeichnet werden, sobald zwei — nicht zu nahe beieinander liegende — Punkte von ihr gegeben, d. h. sobald δ auf zwei Kursen beobachtet ist. Sind mehr als zwei Punkte bekannt, so müssen sie auf einer geraden Linie liegen. Falls das wegen der Beobachtungsfehler nicht der Fall ist, so wird man durch Ziehen einer mittleren Geraden jene Fehler ausgleichen. Entnimmt man der Zeichnung die den vollen Kompaßstrichen entsprechenden Werte des ϱ, so kann man leicht durch die Formel $\delta = \frac{P}{\varrho}$ wieder zu den Deviationen selbst übergehen.

In derselben Weise kann man den veränderlichen Teil der Deviation, der durch die Formel

$$\Delta \delta = \Delta B \cdot \sin z + \Delta C \cdot \cos z$$

darstellbar ist, behandeln. Meldau.

Merz, Dr. A.: **Beiträge zur Klimatologie und Hydrographie Mittelamerikas.** 8°. 96 S. m. 4 Taf. Leipzig. C. G. Neumann.

In der vorliegenden Abhandlung hat der Verfasser die Beziehungen dieses Gebietes namentlich zwischen Niederschlag, Verdunstung und Abfluß einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Zugrunde gelegt wurden hauptsächlich die von der Bundesregierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika in den Jahren 1897 bis 1901 veranlaßten meteorologischen Beobachtungen zur Entscheidung der Frage, ob die Landenge von Panama oder Nikaragua sich besser zur Anlage eines Kanals eigne. Nach diesen Beobachtungen sind vier Gebiete zu unterscheiden:

a) Das Passatgebiet mit ziemlich gleichmäßiger Regenverteilung über das ganze Jahr und sehr hohen Niederschlagswerten, bis über 6000 mm.

b) Das Übergangsgebiet mit beträchtlich geringeren Niederschlagswerten, einem ausgeprägten Regenmaximum in den Sommermonaten und einer Trockenzeit vom Februar bis April.

c) Das Veranogebiet mit Niederschlagswerten von über 1600 mm nur noch in den Randgebieten wie noch schärfer ausgeprägten Sommerregen und einer fast absoluten Trockenzeit in den Monaten Februar bis April.

d) Das Südwestgebiet mit ähnlicher vielleicht noch schärfer ausgeprägter jahreszeitlicher Regenverteilung wie das Veranogebiet, aber höheren jährlichen Niederschlagswerten.

Digitized by Google

Die relative Feuchtigkeit verhält sich in ihrem jährlichen Gange ähnlich wie der Niederschlag, die geringsten jährlichen Schwankungen zeigt das Passat-, die größten das Verano- und Südwestgebiet. Verdunstungsbeobachtungen liegen nur von Wasserflächen aus dem Verano- und Übergangsgebiet vor. Sie ergeben den umgekehrten jährlichen Gang wie der Niederschlag.

Messungen des Abflusses ergaben, daß der Abfluß mit dem Niederschlag wächst; seine jährliche Periode zeigt gegenüber derjenigen des Niederschlag ein Nachhinken, das durch den Einfluß des Managua- und Nikaragua-Sees noch vermehrt wird.

Daraus ergibt sich, daß in den Monaten Mai bis Oktober im Verano- und Mai bis November im Passatgebiet eine Aufspeicherung des Wassers erfolgt; die übrigen Monate zeigen Speisung.

Beigegeben ist eine Niederschlagskarte für das Flußgebiet des San Juan nach den Beobachtungen der Jahre 1898 bis 1900. Vorteilhafter für eine leichtere Orientierung wäre es gewesen, wenn bei den Beobachtungsstationen auf der Karte noch ihr Name angegeben wäre. Die recht interessanten graphischen Darstellungen des jährlichen Ganges von Niederschlag, relativer Feuchtigkeit, Verdunstung und Abfluß büßen an Klarheit leider dadurch ein, daß für alle diese Elemente dieselbe Signatur gewählt ist.

Die zahlreichen Literaturangaben bieten für eingehendere Untersuchungen einen erwünschten Anhalt.

Hd.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Meteorological Department of the Government of India. *Meteorol. atlas of the Indian Seas an the North Indian Ocean.* Prepared chiefly by W. L. Dallas under the direction of Gilbert T. Walker. Atlas von 36 Karten mit erläuternd. Text. Q. Fol. Simla und Edinburgh 1908. John Bartholomew.

Meeres- und Gewässerkunde.

Ludwig, F.: *Die Küstenseen des Rigaer Meerbusens.* Chemische und geophysikalische Untersuchungen. (Heft 11 N. F. der Arbeiten des Naturforscher-Vereins, Riga). 8°. 197 S., 23 Tabellen u. 1 Karte. Riga 1908. H. F. Häcker.

Reisen und Expeditionen.

Darwin, Ch.: *Journal of researches during the voyage of H. M. S. »Beagle«.* Illustr. by 8 Photogr. 12°. 512 pag. London 1908. Collins. 2 sh.

Scottish National Antarctic Expedition. *Report on the scientific results of the voyage of S. Y. »Scotia« during the years 1902, 1903 and 1904. Vol. II Physics. Part I Meteorology, Part II Magnetism, Part III Tides.* Fol. V, 324 p. Edinburgh 1907. James Thin. 1 £.

Physik.

Richardson, S. S.: *Magnetism and electricity and the principles of electrical measurements.* 8°. 604 p. London 1908. Backie. 5 sh.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Observatoire, Genève. *Rapport sur le concours de réglage de chronomètres de l'année 1907. Présenté à la classe d'industrie et de commerce de la Société des Arts de Genève, le 27 janvier 1908 par M. le prof. Raoul Gautier.* 8°. 24 p. Genève 1908. Jul. Privat.

Astronomische und terrestrische Navigation.

Raydt: *Praktische Winke zur Ortsbestimmung auf See durch astronomische Beobachtungen.* Mit einem Vorwort von Prof. Dr. Bolte. 8°. 31 S. Hamburg 1908. Eckardt & Messtorff.

Dunravn, B.: *Self-instruction in the practice and theory of navigation.* Revised and enlarged ed. 8°. Vols I and II. 300 and 348 pag. 17 sh. Vol. III. 350 pag. 8 sh. 6 d. 1908. Macmillan.

Oficina Hydrográfica, Valparaiso. *Tablas de distancias de Valparaiso a los principales puertos del mundo.* 8°. 15 p. Valparaiso 1908. Talleres Tipográficos de la Armada. 1 $

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Liegeplätze der Schiffe im Hamburger Hafen, dessen Entstehung, Anlage, Entwickelung, Fährverkehr, Zugangsrouten zu den Schuppen und Speichern. 8°. 27 S. m. 1 farb. Plan. Hamburg 1908. Gebr. Lüdeking. 0.40 M.

Jenkins, H. D.: *The Pilot's Guide for the English Channel with wich is now incorporated »King's Channel Pilot«.* 3rd edit. 8°. 224 p. London 1908. Imray. 7 sh. 6 d.

British Admiralty. *Supplement 1907, relating to the North Sea Pilot. Part I. 5th edit. 1903.* 4 d.

— — *Revised supplement 1907, relating to the Sailing Directions for the west coast of France, Spain and Portugal. 6th edit. 1900.* 6 d.

— — *British Columbia Pilot. 3rd edit. Supplement 1908.* J. D. Potter. 1 sh. 3 d.

— — *Supplement 1907 to the North Sea Pilot. Part I. 5th edit. 1903.* J. D. Potter. 4 d.

Digitized by Google

British Admiralty. *List of time signals, established in various parts of the world.* 1 sh.
— — *Supplement to Dock-Book 1905.* 1 sh.
— — *The Admiralty list of lights.* 1908. Parts 1—8.
Fischer, Th.: *Mittelmeerbilder.* Gesammelte Abhandlgn. zur Kunde der Mittelmeerländer. Neue Folge. 8°. VI, 423 S. m. 8 Kärtchen. Leipzig 1908. B. G. Teubner. Gbd. 7.00 *M.*
Istituto Idrografico. Genova. *Elenco dei fari e fanali, semafori e segnali maritimi esistenti sulle coste del Mare Mediterraneo, Mar Negro, Mar d'Azof, Mar Rosso, Golfo d'Aden e Benadir con supplemento per le Boe da Ormeggio e Tonnegio. Corretto al 1. Gennaio 1908.* 8°. XVII, 506 p. Genua 1908. Istituto Idrografico. 2 Lire.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Newton's seamanship examiner. 27th edit. enlarged and improved. 8°. 156 p. London 1908. Imray. 2 sh.
Signalling: *How to learn the commercial code and other forms of signalling etc.* 8°. London 1908. J. Brown. 2 sh.
Inspektion des Bildungswesens der K. Marine: *Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau.* Text u. Atlas. 2. Aufl. 8°. Text: XV, 556 S. mit 355 Abbildgn. Atlas: 39 Tafeln nebst einem Tabellen-Anhang (IV. 94 S.). Berlin 1908. Mittler & Sohn. Gbd. 16.50 *M.*
Holms, A. G.: *Practical shipbuilding.* 2 vols. New and cheaper edit. Vol. 1 Text. 8°. Vol. 2. 4°, Diagrams and Illustr. London 1908. Longmans. 30 sh.
Rosenthal, H., Müller, M. und Bayer, R.: *Neuere Schiffsmaschinen, Hilfsmaschinen und Apparate nebst den wichtigsten Klein-Schiffsmotoren u. Dampfturbinen.* Für Schule u. Praxis. 8°. Text: XXIV, 378 S. (Der Atlas hierzu erschien bereits 1906.) Berlin 1908. K. W. Mecklenburg. Gbd. 10.00 *M.*
Raschen, H.: *Die »Weser«, das erste deutsche Dampfschiff u. seine Erbauer.* Ein Beitrag zur Geschichte der deutschen Schiffahrt u. des deutschen Schiffbaues. 8°. 52 S. mit 14 Abbild. Berlin 1908. J. Springer. 2.00 *M.*

Handelsgeographie und Statistik.

Bericht des Vorsteher-Amtes der Kaufmannschaft zu Danzig über seine Tätigkeit und über Danzigs Handel, Gewerbe und Schiffahrt im Jahre 1907. I. Teil. 8°. 96 S. Danzig 1908. A. W. Kafemann.
Government of India: *Trade and navigation, annual statement.* Madras 1906/07. 18 sh. 6 d.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Schroedter, C.: *Entscheidungen des kaiserl. Oberseeamtes u. der Seeämter zu Bremerhaven, Danzig, Flensburg, Hamburg, Königsberg, Lübeck, Rostock, Stettin und Stralsund aus d. Jahre 1907.* 4. Jahrg. 8°. VII, 243 S. Berlin 1908. Boll & Pickardt. 6.00 *M.*

Verschiedenes.

Ferber: *Organisation u. Dienstbetrieb der Kaiserl. Dtsch. Marine.* Auf Veranlassung der Inspektion des Bildungswesens der Marine als Leitfaden f. d. Unterricht in Dienstkenntnis. Neubearb. Auflage. 8°. XVI, 358 S. Berlin 1908. Mittler & Sohn. Gbd. 4.80 *M.*
Myers, A. E. C.: *Our coast defence organisation.* 8°. W. Clowes. 1 sh.
Zechlin, M. R.: *Logbuch für Motorbootfahrer.* 8°. 227 S. m. 2 farb. Taf. Berlin 1908. G. Braunbeck & Gutenberg. Gbd. 6.00 *M.*
British Admiralty. *Deep water diving.* Report of Committee upon. London 1908. J. D. Potter. 1 sh.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Die täglichen unperiodischen Luftdruckschwankungen. W. Peppler. »Das Wetter« 1908 Nr. 3.
On a new periodicity of the air pressure. (In japan. Sprache.) T. Kaneko. »Journ. Met. Soc. of Japan« 1908. Jan.
La déviation du vent entre 0 et 2000 mètres d'altitude. »Ciel et Terre« 1908 Nr. 3.
Température et taches solaires. M. H. Memery. »Annuaire Soc. Météor. de France« 1908. Févbr.
On the diurnal variation of wind velocity. (In japan. Sprache.) M. Ishida. »Journ. Met. Soc. of Japan« 1908. Jan.
The Jamaica hurricane of October 18—19, 1815. M. Hall. »Wash. Monthl. Weath. Rev.« 1907 Decemb.
Atmospheric dust in the Gulf of Mexico. Ebenda.
Niederschlagstypen und ihr Einfluß auf die jährliche Periode der Niederschläge. »Gäa« 1908 Hft. 5.
Observation de foudre en boule. J. Bory. »Compt. rendus« 1908. T. CXLVI. No. 10.
Wolkenwaarnemingen in verband met de dampkringcirculatie te Batavia. P. J. Smits. »Hemel en Dampkring« 1908 Maart.
Further observations of halos and coronas. M. E. T. Gheury. »Wash. Monthl. Weath. Rev.« 1907 Decemb.
Over de waarde van halo-verschijnselen als stormvoorspellers. »De Zee« 1908 April.
The climate of British Isles. A. Watt. »Scottish Geogr. Magaz.« 1908 April.

Digitized by Google

Comprehensive maps and models of the globe for special meteorological studies. Cl. Abbe. »Wash. Monthl. Weath. Rev.« 1907 Decemb.

Der Wetterdienst und die Meteorologie in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Canada. Studienreise unternommen im Auftrage des Kgl. Preuß. Ministers für Landwirtschaft usw. von Dr. P. Polis. »Berichte üb. Landwirtschaft« (hrsgegeb. v. Minist. d. Innern). Heft 7.

Meeres- und Gewässerkunde.

Vorgang bei der Reduktion der Lotungen im Adriatischen Meere. R. Dreger. »Mitteil. a. d. Geb. d. Seewesens« 1908 Heft IV.

Beobachtungen über den Fortschritt einer säkularen Niveauschwankung des Meeres während der letzten zwei Jahrtausende. »Mitteil. Geogr. Gesellsch. Wien« 1908 Nr. 1/2.

Vergleichende Zusammenstellung der Hauptseichesperioden der bis jetzt untersuchten Seen mit Anwendung auf verwandte Probleme. (Fortsetz.) A. Endrós. »Peterm. Mitteilg.« 1908 III.

Osservazioni mareometriche lungo il litorale in laguna (1906—07). »Ricerche Lagunari« No. 8.

Impianti mareografici eseguiti. Ebenda No. 9.

Die Stromgebiete des Deutschen Reichs, hydrographisch und orographisch dargestellt, mit beschreibendem Verzeichnis der deutschen Wasserstraßen. Berichtigte und auf den neuesten Stand ergänzte Ausgabe. Teil I: Gebiet der Ostsee. »Statistik d. Deutschen Reichs«, Bd. 179. I.

Débacle et congélation des eaux dans la Russie d'Asie. II. (Russisch.) »Bullet. Acad. Imp. des Sciences« 1908 No. 7.

Reisen und Expeditionen.

Arctic exploration. II. »Naut. Magaz.« 1908 No. 4.

A new scottish expedition to the South Polar Regions. W. S. Bruce. »Scottish Geogr. Magaz.« 1908 April.

Fischerei und Fauna.

Het vierde internationale visscherij-congres. P. P. C. Hoek. »Mededeel. over Visscherij« 1908 Maart.

The North Sea fisheries investigations. Frank Balfour Browne. »Nature« 1908 April 2.

Quels sont les résultats de la piscificature marine en Norvège? H. de Varigny. »Revue Marit.« 1908 Févr.

Physik.

Methodes nouvelles et précises de mesure de la déviation des compas à bord des navires. (Suite et fin.) M. Ripoll. »Revue Marit.« 1908 Févr.

Lezing van den Heer C. D. Julius over de opstelling van het kompas, voor de scheepsbouwkundige vereeniging »William Fronde« te Delft. »De Zee« 1908 April.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

A new distance finder. E. A. Reeves. »Geogr. Journal« 1908 April.

Regla de navegación de 26 c/m. (Contin.) R. Fontela y Maristani. »Revist. de Marina« 1908 Marzo.

A unique system of illumination for harbour channels. »Scientif. Americ« 1908 March 21.

Lighthouses and fog-signals. F. Howard Collins. »Naut. Magaz.« 1908 No. 4.

Astronomische- und terrestrische Navigation.

Was bietet die Technik dem modernen Navigateur Neues? »Mar. Rundsch.« 1908 April.

Über Kimmtiefenänderungen. Wahrendorff. »Hansa« 1907 Nr. 13.

Nog eens over het nut van Ster's Observaties. E. Havinga. »De Zee« 1908 April.

— *Ingezonden.* J. Sorgdrager. Ebenda.

Détermination de l'heure, sur terre et sur mer, à l'aide de la télégraphie sans fil. Bouquet de la Grye. »Comptes Rendus« 1908 Tome CXLVI No. 13.

L'examen du voeu émis par M. Bouquet de la Grye est renvoyé à une Commission composée de MM. les Membres des Sections d'Astronomie, de Géographie et Navigation et de Physique et de MM. Darboux, Poincaré et Cailletet. Ebenda.

Über Stand-Phototheodolite und deren Gebrauch an Bord eines Schiffes. C. Pulfrich. »Ztschr. f. Instrkd.« 1908 März.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Tiefenverhältnisse im Fahrwasser der Elbe, Wasserstandsanzeiger u. Grenzen des tiefsten Fahrwassers. »Hansa« 1908 Nr. 14.

Schutzvorkehrungen an der preußischen und pommerschen Ostseeküste. Germelmann. »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1908 Nr. 26.

Strömungsverhältnisse an der Mole von Seebrügge. O. Franzius. Ebenda. Nr. 33.

Verbetering van den Nieuwen Waterweg. »De Zee« 1908 April.

Operazioni geodetiche fondamentali per il rilievo della città e laguna di Venezia. »Ricerchi Lagunari« No. 10.

La »barre« au Dahomey, avec 2 phot. et 1 diagr. hors texte. H. Hubert. »Annales de Géograph.« 1908 Mars 15.

Illuminação da nossa costa. »Rev. Marit. Brazil.« 1908 Febr.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Bredsdorffs Strandungsboje, ein neues Hilfsmittel zur Rettung in Seenot. »Mitteil. d. Dtsch. Seefisch. Vereins« 1908 März.
Graisseur pour embarcation à vapeur. Ch. Bertrand. »Revue Marit.« 1908 Févr.
Kohlenpforten auf Passagier- und Frachtdampfern. Köhler. »Hansa« 1908 Nr. 17.
Electricity and navigation. IV. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 No. 4.
Motoren op zeilschepen en in kleine vaartuigen. »De Zee« 1908 April.
Rentabilität von Motoranlagen für große Segelschiffe. W. Laas. (Schluß.) »Hansa« 1907 Nr. 13.
Navegantes guipuzcoanos. (Conclus.) Marqués di Seoane. »Revist. de Marina« 1908 Marzo.
Rekordbrecher vor fünfzig Jahren. »Hansa« 1908 Nr. 13.

Handelsgeographie und Statistik.

Schiffsverkehr im Jahre 1906 in Bayonne, Bordeaux, den österreichischen Hafenplätzen, Rochefort sur Mer. Tonnay-Charente, Akka, Haifa, Lattakije, Saida und Tripolis. »Dtsch. Handels-Arch.« 1908 März.
Schiffsverkehr im Jahre 1907 in Burntisland, Harlingen, Kronstadt, Landskrona, St. Petersburg, Mogador und Saffi. Ebenda.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1907 in Aalborg, Bogen in Ofoten, Brevig, Fowey, Frederikshavn, Gloucester, Great Yarmouth, Kaljord i. d. Lofoten, Kalmar, Laurvig, Livorno, Moss, Narvik, Plymouth, Porsgrund, Portsmouth, Skien, Smorten i. d. Lofoten, Para und San Francisco. Ebenda.
Entwicklung des Außenhandels und Schiffsverkehrs in den pazifischen Häfen der Vereinigten Staaten von Amerika, insbesondere in Pugetsund. Ebenda.
Die Seeschiffahrt im Jahre 1906. 3. u. 4. Teil. Seeverkehr in den deutschen Hafenplätzen. — Seereisen deutscher Schiffe. »Statistik d. Dtsch. Reichs« Bd. 180, III—IV.
Los progresos de la Marina mercante mundial en el decenio 1897—1907. G. Molli. »Revist. de Marina« 1908 Marzo.
Statistique des naufrages et autres accidents de mer pour l'année 1906. (1re partie.) »Revue Marit.« 1908 Mars.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Entscheidungen des Reichsgerichts. Seeversicherung. Seegefahr und Kriegsgefahr, Nehmung von Kontrebande. »Hansa« 1908 Nr. 17.
Über die persönliche Haftung des Kapitäns nach dem Handelsgesetzbuch. »Hansa« 1908 Nr. 13.
Rijksonderzoek van Nederlandsche passagiersschepen. »De Zee« 1908 April.
Aus den Entscheidungen der englischen Gerichte im Jahre 1907. II. Beschädigungen, Bergelohn, Begrenzung der Haftpflicht. »Hansa« 1908 Nr. 15.

Verschiedenes.

Earthquakes on the Pacific Coast. A. G. Mc-Adie. »Wash. Monthl. Weath. Rev.« 1907 Decemb.
De la valeur alimentaire des produits de la mer. H. de Varigny. »Revue Marit.« 1908 Mars.

Die Witterung an der deutschen Küste im März 1908.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min. < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum	10.4 m	58.9	— 0.3	69.4	25.	41.9	10.	2.4	5.5	3.8	3.5	+ 0.3	5	0
Wilhelmshaven	8.5	59.4	— 0.1	70.6	25.	43.3	10.	2.0	4.7	3.3	3.0	0.0	15	2
Keitum	11.3	59.3	+ 0.6	71.3	25.	42.9	10.	1.2	3.7	2.1	2.0	+ 0.2	15	1
Hamburg	26.0	60.2	+ 0.8	71.6	25.	45.4	10.	2.0	5.3	3.9	3.3	+ 0.5	10	1
Kiel	47.2	60.2	+ 1.2	73.1	25.	45.1	10.	1.4	4.4	1.9	2.1	+ 0.3	15	4
Wustrow	7.0	61.0	+ 2.1	72.8	25.	45.2	1.	1.1	4.7	2.4	2.3	+ 0.7	15	0
Swinemünde	10.05	61.3	+ 2.0	73.1	25.	43.8	1.	1.7	5.0	2.8	2.7	+ 0.9	13	0
Rügenwaldermünde	4.0	62.5	+ 3.3	74.3	25.	44.5	1.	0.5	4.4	1.7	1.6	+ 0.7	19	1
Neufahrwasser	4.5	63.0	+ 3.8	74.4	25.	45.6	1.	0.3	3.9	1.6	1.5	+ 0.5	19	2
Memel	4 0	64.3	+ 5.7	75.4	25.	48.7	11.	— 1.1	1.6	0.0	— 0.2	+ 0.4	24	5

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Digitized by Google

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute, Mittl. mm	Relative, %			8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N					
Bork.	5.8	1.6	12.3	23.	—1.2	14.	1.4	1.7	1.1	5.4	92	83	90	7.7	6.6	5.7	6.7	+0.5
Wilh.	5.6	0.7	11.0	27.	—2.4	14.	1.6	1.9	1.4	4.9	98	75	87	7.2	7.8	6.7	7.1	+0.7
Keit.	6.2	0.6	11.8	28. 29.	—3.6	13.	1.6	1.3	1.0	5.2	96	94	95	6.6	5.5	5.8	6.0	+0.2
Ham.	6.3	0.9	12.6	28.	—4.3	14.	1.8	2.1	1.6	4.9	89	75	82	7.3	7.8	7.3	7.5	+0.7
Kiel	4.8	1.3	11.6	28.	—3.4	14.	1.4	1.7	1.3	4.7	90	79	88	7.2	7.4	6.6	7.1	+0.1
Wus.	5.3	0.2	12.6	28.	—2.5	13 14 16	1.3	1.6	1.4	4.8	91	79	87	7.7	5.8	6.5	6.7	—0.4
Swin.	5.4	0.3	13.1	30.	—4.0	17.	1.0	1.8	1.6	4.4	82	68	79	6.1	6.2	5.7	6.0	—0.8
Rüg.	5.0	—1.0	15.1	30.	—6.3	16.	1.3	2.2	1.7	4.5	90	75	88	5.7	5.1	5.0	5.3	—1.3
Neuf.	4.2	—1.1	13.5	30.	—8.2	16.	1.7	2.5	1.5	4.3	87	71	84	6.3	5.5	5.1	5.6	—1.6
Mem.	2.1	—3.0	9.2	30.	—12.5	15.	1.9	1.6	1.4	3.8	84	75	85	6.5	5.5	5.4	5.8	—1.1

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
							mit Niederschlag ≥ mm				⚡ u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
	8h V–8h N	8h N–8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	0.2	1.0	5.0	10.0					Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	17	20	37	— 6	7	10.	19	10	3	0	0	0	2	12	6.6	—1.2	16.5	31.
Wilh.	16	16	32	— 12	7	10.	17	7	3	0	0	0	5	16	?		12.5	11. 12.
Keit.	15	45	60	— 18	8	8.30.	14	14	6	0	0	0	5	11	4.9	—0.3	12	9.
Ham.	21	26	47	— 7	11	31.	21	13	3	1	1	0	3	20	4.7	—0.9	12	7.
Kiel	29	31	60	+ 6	9	9.	21	17	5	0	0	0	5	16	4.5	—1.5	12	—
Wus.	0	17	17	— 14	5	5.	7	6	0	0	0	0	4	15	3.3	—2.4	12	—
Swin.	9	12	21	— 17	6	12.	14	7	1	0	0	0	6	13	3.7	—1.3	10.5	—
Rüg.	21	6	27	— 18	11	12.	6	6	2	1	0	0	9	9	4.3	—	15	—
Neuf.	12	8	20	— 15	8	12.	9	6	2	0	0	0	9	14	4.2	—	12	—
Mem.	12	28	40	+ 6	8	10.	11	9	3	0	0	0	9	13	4.3	—	12	—

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	11	2	6	4	5	7	26	1	3	2	18	0	5	0	1	0	2	2.6	2.8	2.5
Wilh.	8	2	4	1	10	7	18	6	13	3	9	0	3	1	0	1	7	3.5	2.9	3.4
Keit.	1	8	9	0	10	4	31	2	7	3	16	0	0	0	0	0	2	2.7	2.9	3.0
Ham.	2	2	1	3	21	12	8	13	5	7	4	7	1	0	1	6	0	3.0	3.7	3.1
Kiel	2	3	9	6	14	7	14	5	8	9	3	2	3	0	3	1	4	2.8	3.2	3.0
Wus.	3	2	6	5	11	14	14	9	11	5	1	2	6	0	0	1	3	3.0	3.0	2.9
Swin.	1	1	7	10	4	14	16	11	8	2	11	3	0	0	1	4	0	2.8	3.2	2.7
Rüg.	2	4	5	9	12	15	5	15	9	3	4	5	0	1	0	0	4	3.1	3.1	2.7
Neuf.	7	6	7	8	4	6	16	16	7	5	5	1	1	1	0	1	2	2.8	3.4	2.3
Mem.	2	2	2	5	14	15	24	5	10	1	2	0	1	1	4	4	1	2.6	2.7	2.4

Die Witterung war im Monat März an der deutschen Küste im Durchschnitt ziemlich niederschlagsarm und ruhig bei nahezu normalen Temperaturen und im Osten etwas zu niedrige Bewölkung. Steife und stürmische Winde traten nur vereinzelt auf, nämlich am 7., 9. und 31. des Monats und wehten vorwiegend aus südwestlichen Richtungen. Die vorherrschende Windrichtung des Monats war die südöstliche.

Dementsprechend gestaltete sich die Luftdruckverteilung im Durchschnitt in der Weise, daß hoher Druck das östliche und niedriger Druck das westliche Europa bedeckte.

Im allgemeinen herrschte die zyklonale Wetterlage. In dem Bereich hohen Luftdrucks lag das deutsche Küstengebiet nur in der Zeit vom 15. bis 17. und vom 22. bis 27. März. Namentlich die letztere Periode trug mit ihrer anhaltenden,

vollständigen Trockenheit bei durchweg heiterem Himmel ganz den Charakter der antizyklonalen Wetterlage.

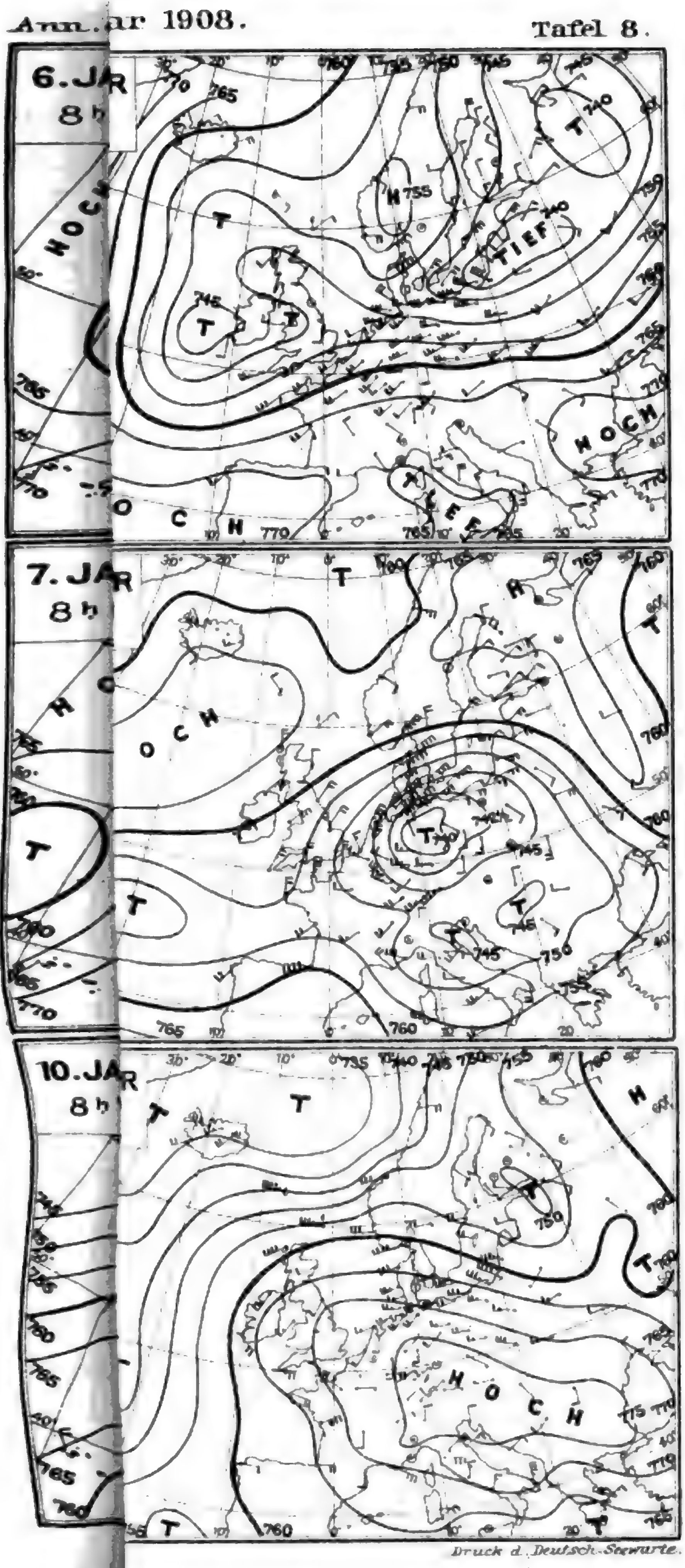
Vom 1. bis zum 10. des Monats gehörte das deutsche Küstengebiet dem Bereich von Depressionen an. Der tiefste Luftdruck lag während dieser Zeit andauernd in der Umgebung der Britischen Inseln, während Teilminima aus dem Binnenland in nördlicher Richtung besonders über die Ostsee vordrangen. Das Wetter war während dieser Tage meist regnerisch und die Temperaturen hielten sich bis zum 6. nahe dem Gefrierpunkt. Am 7. und noch mehr am 9. trat unter dem Einfluß einer lebhafteren Südwestströmung an der Nordsee- und westlichen Ostseeküste vorübergehend Erwärmung ein. Das Auffrischen der Winde am 7. wurde hervorgerufen durch ein Teilminimum über der Nordsee, das zwar auch am 8. noch stellenweise steife Winde erzeugte, aber am 9. von einer tiefen Depression nordwärts fortgeführt wurde, die nordwestlich von den Britischen Inseln heranzog und mit einem Kern von 725 mm Tiefe am 9. über Schottland lag. Unter ihrem Einfluß entwickelten sich wieder lebhaftere Winde, die an der Nordsee- und westlichen Ostseeküste teilweise stürmischen Charakter annahmen. Diese Zyklone zog unter Verflachung in südöstlicher Richtung durch den Kontinent hindurch und verschwand am 14. in Südrußland. Interessant war während des Vorübergangs dieser Depression und des damit verbundene Umspringens der Windrichtung nach Nord- bis Nordost das plötzliche Einsetzen von Frostwetter am 12. März, wo ein Hochdruckgebiet vom hohen Norden her südwärts vordrang.

Dieses Hochdruckgebiet vereinigte sich am 14. mit einem nach Frankreich vorgeschobenen Ausläufer eines im Südwesten des Erdteils gelegenen barometrischen Maximums. So bedeckte am 15. ein umfangreiches Hochdruckgebiet den größten Teil Europas. Es verlagerte sich in den nächsten Tagen nach Rußland und behielt, während ein Maximum seine Lage mehrfach veränderte, bis zum Schluß des Monats Bedeutung für die Witterung an der deutschen Küste. Die deutsche Nordsee- und westliche Ostseeküste stand, während der östliche Teil im Bereich des Hochdruckgebiets lag, bis zum 21. unter dem Einfluß von Tiefdruckgebieten, die das westliche und südliche Europa bedeckten. Dort blieb deshalb die Witterung bis zu dem genannten Tage regnerisch, während das östliche Küstengebiet trockenes Frostwetter hatte. Das Hochdruckgebiet über Westrußland kam alsdann am 22. stärker zur Entwicklung und verlagerte seinen Kern allmählich westwärts nach Skandinavien, während tiefer Luftdruck den Westen Europas bedeckte. Es beeinflußte die Witterung an der deutschen Küste bis zum 27., so daß ruhiges, trockenes und meist heiteres Wetter bei östlichen bis südöstlichen Winden herrschten. Die Temperaturen stiegen jedoch nicht erheblich über den Gefrierpunkt.

In den folgenden Tagen zog sich das Hochdruckgebiet wieder nach Südrußland zurück, während Ausläufer einer ihr Minimum andauernd bei Island aufweisenden Depression von der Biscayasee her vordrangen.

In ihrem Bereiche blieb jedoch das Wetter am 28. und 29. zunächst noch meist trocken, da sie über dem Küstengebiet ihre Luftzufuhr aus dem Kontinente erhielten. Erst am 30. setzte bei ihrem weiteren Vordringen Regenwetter ein, und am letzten Tage des Monats entwickelten sich sogar an der Nordsee- und westlichen Ostseeküste vielfach steife und stürmische rechtdrehende Winde aus westlichen Richtungen.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68—71.



ralitäts-
D., im
ergönnt
getreten
nisation
tischen,
für An-
bereits
arte in
So ist
dieses

afschaft
laselbst.
genötigt
in die
e. 1859
ste see-
arer an.
61 und
gs, des
iedenen
r Fahrt
dischen

ldewey
gendere
vigation
in den
besuchte
versität
ch diese
e seines
nematik,
r durch
rund zu
Fehler
Höhen-
lere die
gte sich
atischen
ine Ab-
ller An-
Ein sehr
ber die
n Fleiße
auf dem
kerfues
enheiten
egabten
aschheit
ungen
ft

Digitized by Google

vollst
der a

Berei
andau
Binne
Wette
sich l
dem
Ostse
wurde
am 8
Depre
Inseln
Unter
und w
Zyklo
hindu
Vorüb
Windr
am 12

vorges
trische
den g
Rußlan
bis zu
Küste.
östlich
von Ti
blieb
das ös
über V
seinen
den W
Küste
lichen
erhebli

rußland
aufweis

meist t
erhielte
und an
westlic
westlic

Digitized by Google

Carl Christian Koldewey †.

Nach schwerem Leiden beschloß am 17. Mai d. J. zu Hamburg der Admiralitätsrat Kapt. C. Koldewey, Abteilungsvorstand der Deutschen Seewarte a. D., im 71. Lebensjahre sein tatenreiches Leben. Nur wenige Jahre waren ihm vergönnt gewesen, seines Ruhestandes zu genießen, in den er am 31. Juli 1905 getreten war, nachdem er 31 Jahre an der Deutschen Seewarte in ihrer neuen Organisation als Reichsinstitut, als Vorstand der Abteilung für Prüfung der nautischen, meteorologischen und magnetischen Instrumente und Apparate, sowie für Anwendung der Lehre vom Magnetismus in der Navigation, vorher aber bereits vier Jahre an der Norddeutschen Seewarte, aus der die Deutsche Seewarte in ihrer jetzigen Gestalt hervorgegangen ist, erfolgreich gewirkt hatte. So ist Koldeweys Leben und Tätigkeit eng verknüpft mit der Entwickelung dieses Institutes.

Koldewey wurde geboren am 26. Oktober 1837 zu Bücken, Grafschaft Hoya des damaligen Königreichs Hannover, als Sohn eines Kaufmannes daselbst. Von 1849 bis 1852 besuchte er das Gymnasium zu Clausthal. Alsdann genötigt sich selbst zu unterhalten, trat Koldewey Ostern 1853 als Schiffsjunge in die seemännische Laufbahn ein, die er meist auf Bremer Schiffen zurücklegte. 1859 ging er auf die Untersteuermannsschule in Bremen, bestand dort seine erste seemännische Prüfung und nahm alsdann eine Stelle auf einem Ostindienfahrer an. Die Obersteuermannsschule in Bremen absolvierte Koldewey im Jahre 1861 und galt bereits damals als einer der vorzüglichsten Schüler Dr. Breusings, des anerkannt äußerst tüchtigen Leiters dieser Schule. Unter seinen verschiedenen Seereisen, die er alsdann bis zum Mai 1866 machte, gewann er auf einer Fahrt um das Nordkap nach Archangel bereits die Bekanntschaft mit nordischen Seefahrten.

Aber die rein praktische Ausübung des Seemannsberufes genügte Koldewey nicht; sein Streben richtete sich auf eine vertiefendere und durchdringendere Kenntnis der auf See beobachteten Erscheinungen und der bei der Navigation zur Anwendung gelangenden Methoden. So widmete sich Koldewey in den Jahren 1866 bis 1867 einer höheren wissenschaftlichen Ausbildung und besuchte zu diesem Zwecke die Polytechnische Schule zu Hannover und die Universität Göttingen. Wie schon der Besuch der Steuermannsschulen, so wurde auch diese weitere Ausbildung Koldeweys nur durch eigene Ersparnisse und die Hilfe seines Bruders ermöglicht. Sein Studium wandte sich insbesondere der Mathematik, Physik, Mechanik und Astronomie zu. In Hannover fühlte er sich sehr durch die Vorlesungen des Geodäten Hunaeus angezogen, bei dem er den Grund zu einer umfassenden Kenntnis der Konstruktion, der Behandlung und der Fehler der Meßinstrumente legte und von dessen Exkursionen zu barometrischen Höhenmessungen er gern zu erzählen pflegte. In Göttingen hörte er insbesondere die Vorlesungen von Stern, Wilh. Weber und Klinkerfues und beteiligte sich mit großem Interesse an den von Stern geleiteten Übungen des mathematischen Seminars; für seine hierbei ausgeführten Arbeiten, unter denen sich eine Abhandlung über die Theorie der Kurven doppelter Krümmung mit spezieller Anwendung auf die Loxodrome befindet, erhielt er die Seminarprämie. Ein sehr gut ausgearbeitetes, vollständiges Heft der Sternschen Vorlesungen über die Theorie der bestimmten Integrale legte Zeugnis ab von Koldeweys großem Fleiße und seinem vorzüglichen Verständnis für die subtilen Untersuchungen auf dem Gebiete der höheren Analysis. So schreibt denn auch Prof. Dr. Klinkerfues unter dem 9. April 1868 an Petermann: »Ich habe bei diesen Gelegenheiten in Herrn Koldewey einen für meine Wissenschaft ganz ungewöhnlich begabten Mann kennen gelernt. Was sich mir sehr bemerklich machte, ist die Raschheit und Korrektheit seiner Auffassung«. Die gemeinsame Teilnahme an den Übungen im Beobachten auf der Göttinger Sternwarte führte auch zur Bekanntschaft

Koldeweys mit C. Börgen und Copeland, seinen späteren Begleitern auf der Polarfahrt nach Ostgrönland 1869/70.

Diese wissenschaftliche Ausbildung neben der erprobten seemännischen Tüchtigkeit ließ denn auch vor allen Koldewey zum Führer der von Dr. A. Petermann ins Werk gesetzten ersten deutschen Polarexpedition befähigt erscheinen. Seine Berufung hierzu erfolgte durch Petermann, insbesondere auch auf Empfehlung Dr. Breusings, des ausgezeichnetsten Vertreters des deutschen Seewesens zu damaliger Zeit. Mit großer Begeisterung für die Sache folgte Koldewey diesem Rufe und traf die Vorbereitungen zur Fahrt in einer Weise, daß Dr. Breusing am 23. März 1868 an Dr. Petermann schreiben konnte: »Die seemännischen Vorbereitungen sind von Koldewey durchweg mit der größten Besonnenheit und Umsicht ausgeführt. Nur so ist es möglich, ein Mißlingen zu hindern; alle Energie, Tatkraft und Begeisterung würden verschwendet, wenn man ohne volle Sachkenntnis dessen, worauf es ankommt, an das Unternehmen ginge. — — Wenn nicht höhere Gewalt entgegentritt, wenn das Gelingen bedingt ist lediglich durch die Tatkraft und Tüchtigkeit der Menschen, dann werden Koldewey und Hildebrandt alles zum glorreichen Ende führen«.

Am 9. April 1868 gelang es Koldewey in Bergen für die Expedition ein geeignetes Schiff von 80 Tons Größe zu erwerben; am 24. Mai verließ diese erste deutsche Nordpolar-Expedition auf der Yacht »Germania« Bergen. Am 30. September 1868 kehrte Koldewey mit der »Germania« nach Bergen zurück und lief am 10. Oktober in die Weser ein.

Ungünstige Eisverhältnisse waren der Ausführung des Programms der Expedition, die mit beschränkten Mitteln und nur für eine Saison vorgesehen und ausgerüstet war, entgegengetreten. Ein zweimaliger Versuch, zu verschiedenen Zeiten zwischen 72° und 74° N-Br. an die ostgrönländische Küste vorzudringen, war gescheitert, und ebensowenig war es gelungen, das im Nordosten von Spitzbergen gelegene Gillis-Land auf einem der dahin unternommenen Vorstöße zu erreichen.[1]) War der Erfolg dieser ersten Expedition in geographischer Hinsicht sonach nicht der gewünschte, so lieferten die hydrographischen und meteorologischen Beobachtungen desto reichere Ausbeute und haben durch die regelmäßige Ordnung und Ausdauer, mit der sie, unterstützt von guten Instrumenten, angestellt wurden, manchen damals neuen Aufschluß über die ozeanischen und atmosphärischen Verhältnisse der Polargegenden überhaupt gegeben.[2]) Der Haupterfolg dieser ersten Fahrt aber bestand wohl größtenteils darin, daß ebenso wertvolle wie notwendige Erfahrungen in der mit so vielen Schwierigkeiten und Hindernissen verbundenen Eisschiffahrt gemacht worden waren und infolgedessen eine zweite Expedition mit mehr Aussicht auf Erfolg ausgerüstet werden konnte.

Noch in dem Monat der Rückkehr dieser Expedition traten dann auch Dr. Petermann, Koldewey, Dr. Breusing, H. H. Meier und Rosenthal zusammen, um die Ausführung einer zweiten Expedition zu beraten, als deren Plan in erster Linie das Eindringen in die arktische Zentralregion auf Basis der ostgrönländischen Küste mit einer Überwinterung in den arktischen Regionen festgesetzt wurde. Die bewährte Tüchtigkeit und die von ihm bereits gewonnenen Erfahrungen konnten von vornherein keinen Zweifel darüber entstehen lassen, daß allein Koldewey, auf dessen Charakter voll Mut, Ausdauer und Hingabe an die Sache unbedingtes Vertrauen zu setzen war, auch die neue Expedition zu führen haben würde. Für dieses neue Unternehmen Teilnahme zu erwecken, ließen es weder Dr. Petermann noch Koldewey an Mühe fehlen. Koldewey unternahm zu diesem Zwecke Rundreisen durch Deutschland und hielt an vielen Orten anregende Vorträge, die auch für die materielle Unterstützung der auf private Mittel angewiesenen Expedition gute Erfolge zeitigten. Das Interesse für die neue Expedition wuchs unter diesen Bemühungen, denen sich ein immer weiterer Kreis, darunter auch wieder W. v. Freeden, tatkräftig anschloß, so

[1]) Über das Programm und die Fahrt siehe »Die deutsche Nordpol-Expedition 1868«.

[2]) W. v. Freeden: »Die wissenschaftlichen Ergebnisse der ersten deutschen Nordfahrt, 1868.« Peterm. Mitt. 1869.

Digitized by Google

schnell, daß alsbald mit dem Bau des Expeditionsschiffes, dessen Plan unter Zustimmung von H. H. Meier zwischen Koldewey und Schiffsbaumeister F. Tecklenborg festgesetzt wurde, begonnen werden konnte. Es wurde ferner bestimmt, daß diesem eigentlichen Expeditionsschiff, das wieder den Namen »Germania« trug, ein zweites Schiff als Transport- und Begleitschiff beigegeben werde, das jedoch im Herbst des ersten Jahres nach der Heimat zurückkehren sollte. Zu diesem Zwecke wurde das Segelschiff »Hansa« erworben und Kapitän F. Hegemann zu seinem Führer auserwählt.

Die unermüdliche, von Begeisterung getriebene Tatkraft der Beteiligten, insbesondere Koldeweys, ermöglichte dann, daß bereits am 15. Juni 1869, also nur acht Monate nach Rückkehr der ersten Expedition, die neue Expedition in Gegenwart Sr. Majestät des Königs Wilhelm von Preußen, dessen warmes Interesse für das schöne nationale Unternehmen sich in dieser feierlichen Stunde in einer allen Anwesenden unvergeßlichen Weise kundgab, von Bremerhaven die Reise antreten konnte. Nicht ahnen konnten die Teilnehmer der Expedition, daß während ihres Unternehmens, in das sie mit nationaler Begeisterung eingetreten waren, das größere Feuer einer anderen nationalen Begeisterung auflodern würde für eine Sache, an der bei dem Abschied im Gefolge Sr. Majestät befindliche Männer, Graf Bismarck, Kriegsminister v. Roon und General v. Moltke den hervorragendsten Anteil zu nehmen bestimmt waren. Ohne Ahnung der inzwischen eingetretenen Ereignisse kehrte »Germania« am 10. September 1870 an die deutsche Nordseeküste zurück. Verwundert über das Fehlen der Seezeichen und den Mangel jeden Schiffsverkehrs vor der Weser lief »Germania« in die Jade ein, wo mehrere große Schiffe lagen. Starr vor Staunen, das sich dann in begeistertsten Jubel löste, erfuhr die Besatzung dort die politischen Umgestaltungen und den Ruhm deutscher Waffen.

Wir müssen uns hier versagen, über den Verlauf der Expedition und ihre Ergebnisse näher einzugehen und auf die Veröffentlichung: »Die zweite deutsche Nordpolarfahrt in den Jahren 1869 und 1870 unter Führung des Kapitäns Carl Koldewey«, herausgegeben von dem Verein für die deutsche Nordpolarfahrt in Bremen, verweisen. Wir ersehen aus dieser Veröffentlichung, mit welcher durch die bereits erworbene Erfahrung unterstützten Umsicht und Energie Koldewey die Schwierigkeiten des Zieles, die ostgrönländische Küste zu erreichen und längs ihr soweit als möglich mit dem Schiff weiter nach Norden vorzudringen, zu überwinden verstand, wie er es sich auch nicht nehmen ließ, die von dem durch Eis besetzten Schiffe weiter nordwärts vorgehende große, über einen Monat beanspruchende Schlittenexpedition, auf der der 77. Breitengrad überschritten wurde, selbst zu leiten; wie er schließlich an den wissenschaftlichen Beobachtungen tätigen Anteil nahm.

So ist Koldeweys Name als der des tatkräftigen Leiters der ersten und der zweiten Deutschen Nordpolarexpedition in den Grundstein der Geschichte deutscher Polarforschung eingegraben. Mit reichem Beobachtungsmaterial war die zweite deutsche Nordpolarexpedition in die Heimat zurückgekehrt; ihre geographische Erforschung der ostgrönländischen Küste bildete die Grundlage für die weiteren nach dieser Küste gerichteten Expeditionen. Die auf seinen Polarfahrten gewonnene reiche Erfahrung Koldeweys blieb auch in der Folge nicht ungenützt dadurch, daß sein Rat bei allen späteren deutschen Polarexpeditionen, wie denen im System der internationalen Polarforschung 1882/83 und der »Gauß-Expedition« und auch von ausländischen Polarreisenden eingeholt wurde.

Neben der Ausarbeitung seiner Berichte nahm Koldewey bereits kurze Zeit nach seiner Rückkehr eine anderweite Tätigkeit an Land auf, in der er seine besonderen Kenntnisse und Begabung in weiterem Maße zu verwerten Gelegenheit hatte, und die ihn nunmehr dauernd fesselte.

Bereits bei den Vorbereitungen zu den beiden Polarfahrten war Koldewey zu W. v. Freeden, dem Direktor der Norddeutschen Seewarte zu Hamburg, die mit Beginn des Jahres 1868 in Wirksamkeit getreten war, in Beziehung gekommen. v. Freeden gewann nunmehr im Jahre 1871 Koldewey für das

Digitized by Google

Institut, das von ihm mit Hilfe der Handelskammern zu Hamburg und Bremen gegründet war und unter einer vom Bundesrat seit 1870 gewährten Subvention bis Ende 1874 geleitet wurde. Mit der Neuorganisation der Seewarte als Reichsinstitut im Ressort der Kaiserlichen Admiralität trat Koldewey am 1. Januar 1875 in den Reichsdienst über und leitete die weitaus größte Zeit unter Neumayer, wie bereits oben bemerkt, bis zu seinem Eintritt in den Ruhestand die Abteilung II der Deutschen Seewarte.

Als die Seewarte ihre Tätigkeit aufnahm, lagen die Verhältnisse in bezug auf Kompaßwesen und Deviationslehre äußerst ungünstig. Die Konstruktion war in Deutschland hinter den Anforderungen, die der fortgeschrittene Schiffbau stellen mußte, weit zurückgeblieben. Vielfach mußten englische Erzeugnisse aushelfen, durch die einzelne Firmen zu Fortschritten angeregt wurden. Durchgreifende Änderungen traten erst ein, als die Kaiserl. Admiralität eingriff und sich mit Bamberg in Verbindung setzte, zunächst allerdings nur im Interesse der Kriegsmarine; doch machte sich der Einfluß Bambergs allmählich auch in der Handelsmarine bemerkbar.

Die Deviationslehre und die Kompensation hatten ebenfalls in Deutschland nur geringe Beachtung gefunden. Zwar wurde an den Navigationsschulen in dem Fache unterrichtet und deren Lehrer waren bei der Aufstellung und Kompensierung der Kompasse hier und da tätig, aber es fehlte an Fundamentaluntersuchungen über die Richtung und Stärke der magnetischen Kräfte an Bord; ebenso waren in keinem deutschen Hafen besondere Einrichtungen zum Kompensieren und zur Deviationsbestimmung vorhanden.

Koldewey war gleich zu Beginn seiner Tätigkeit auf der Seewarte darauf bedacht, eine größere Anzahl guter, nach den neueren Grundsätzen konstruierter Kompasse zu beschaffen, um Schiffsführern und Mechanikern Gelegenheit zu geben, das Neue kennen zu lernen und anzuwenden. Die bei der Prüfung der Kompasse anzuwendenden Methoden wurden von ihm in Gemeinschaft mit Eylert ausgearbeitet. Daneben ging ein eingehendes Studium der englischen Literatur über Kompasse und Deviationslehre; in zahlreichen Veröffentlichungen war er bestrebt, die Ergebnisse der Untersuchungen Airys, des Liverpool-Compass-Committee und der von Archibald Smith und Evans in den deutschen nautischen Kreisen einzubürgern. Daneben ging er an die Bearbeitung der von den Schiffen eingesandten Deviationsjournale; eine Frucht dieser Tätigkeit war die Abhandlung »Über die Veränderung des Magnetismus in eisernen Schiffen«, die im Jahre 1879 erschien und in der er den Versuch machte, den Einfluß des remanenten Magnetismus auf die semizirkulare Deviation durch die von ihm eingeführten Glieder v und v' in den Ausdrücken für 𝔅 und ℭ darzustellen, ein Versuch, der allerdings keine allgemeine Anerkennung gefunden hat, da er, wie er schließlich selbst zugegeben hat, im günstigsten Falle nur als eine Annäherung angesehen werden kann. Die Summe einer dreizehnjährigen Tätigkeit auf diesem Gebiete ist in dem 1889 erschienenen »Kompaß an Bord« niedergelegt, der zum größten Teil von Koldewey verfaßt ist und zeigt, in wie hohem Grade er das Gebiet nach der theoretischen wie nach der praktischen Seite beherrschte. Das Buch ist durchaus selbständig, keine Kompilation aus den englischen Arbeiten, die ihm die Anregung zu seinen Studien gegeben hatten, sondern eine originelle, durchaus den Stempel seiner Persönlichkeit tragende Leistung, die deshalb als Einführung in das Gebiet nicht wohl geeignet scheint, aber dem Sachkundigen den Gegenstand in interessanter Beleuchtung zeigt. Wie er dies Gebiet beherrschte, geht auch aus seinen späteren Abhandlungen hervor, besonders aus dem Aufsatz »Bemerkenswerte Änderung des Regelkompasses des D. „Phoenicia" während des ersten Fahrtjahres« (»Ann. d. Hydr. usw.« 1897, S. 22). Die Aufgabe ist hier in ganz hervorragend geschickter Weise angefaßt, insofern die Induktionskoeffizienten wegen der geringen Breitenänderung nicht auf die gewöhnliche Weise bestimmt werden konnten; das Ergebnis konnte nur durch eine höchst umsichtige Kombination der Gleichungen unter Benutzung aller vorliegenden Erfahrungen in der Behandlung dieser Art von Beobachtungen erreicht werden.

Digitized by Google

In seiner Diskussion der magnetischen Beobachtungen an Bord der »Valdivia« 1898/99 (»Ann. d. Hydr. usw. 1902«, S. 299) zeigt er, daß die Mißweisung an Bord eines eisernen Schiffes bei vollständigen Rundschwaiungen innerhalb einiger Zehntelgrade zu bestimmen ist. Viele aus seiner langjährigen Erfahrung geschöpfte Winke enthalten die Aufsätze »Über Aufstellung und Kompensation des Kompasses an Bord« (»Ann. d. Hydr. usw.« 1902 S. 495) und »Über die Anwendung der Flindersstange bei der Kompensation« (»Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 122), in der er seine Ansicht über die Bedingungen, unter denen die Anwendung einer Flindersstange vorteilhaft ist, darlegte.

Die vielseitige Erfahrung und das klare Verständnis für die Sachen ermöglichten Koldewey insbesondere ein überraschend schnelles Urteil über die Deviationsverhältnisse des einzelnen Schiffes und die vorzunehmenden Kompensationen.

Auch auf dem Gebiet der nautisch-astronomischen Instrumente (Oktanten, Sextanten) hat Koldewey fördernd gewirkt. Die Instrumente stammten, als die Seewarte ihre Tätigkeit begann, großenteils aus England. Die Prüfung beschränkte sich auf Qualität der Gläser und Richtigkeit der Teilung; eine Untersuchung der Exzentrizität konnte wegen fehlender Einrichtungen nicht ausgeführt werden. Wenn auch die Navigationsschulen gelegentlich Kapitäne und Steuerleute bei Ankauf der Instrumente unterstützten, so fehlte es doch an einer systematischen Bearbeitung dieses wichtigen Zweiges der Instrumentenkunde, ebenso wie an einer Beeinflussung der Werkstätten durch Raterteilung bei Neuerungen und Verbesserungen der Konstruktion.

Dies änderte sich, als die von Koldewey geleitete Abteilung der Seewarte in die systematische Untersuchung der Reflexionsinstrumente eintrat und die hierbei gewonnenen Erfahrungen den Fabrikanten mitteilen konnte. Die Erzeugnisse der deutschen Industrie haben einen hohen Grad der Vollendung erreicht, und Instrumente mit größerem Exzentrizitätsfehler als 30″ kommen neuerdings kaum vor, während früher Exzentrizitäten von mehreren Minuten nichts Seltenes waren. Eine wesentliche Vervollkommnung der Prüfungsmethode bewirkte Koldewey durch Einführung des neuen Prüfungsapparates, mit dem der Exzentrizitätsfehler durch Vergleichung eines auf dem Sextantenlimbus eingestellten Bogens mit dem entsprechenden Bogen eines Vollkreises bestimmt wird (»Ann. d. Hydr. usw.« 1892, S. 261). Auch auf die Herstellung der Schiffs-Positionslaternen hat Koldewey einen wesentlichen Einfluß ausgeübt und an den Untersuchungen, die über die Sichtweite von Positionslaternen[1]) unternommen worden waren, tätigen Anteil genommen.

So übte Koldewey in seiner amtlichen Stellung einen großen praktischen Einfluß aus durch den unmittelbaren Verkehr mit den Mechanikern in Hinsicht auf Vervollkommnung der Instrumente und Apparate und mit den Schiffbauern in bezug auf zweckmäßige Aufstellung der Kompasse.

Auch vom Ausland wurde die Einrichtung der ihm unterstellten Abteilung der Seewarte zum Teil in längerem Aufenthalt eingehend studiert und Koldeweys Kenntnis für ausländische Neuorganisationen nutzbar gemacht.

In richtiger Erkenntnis der ihm obliegenden, auf Verwertung in der Praxis hinzielenden Aufgaben blieb Koldewey stets in enger Fühlung mit den seemännischen Kreisen. Unter den Beisitzern des Seeamtes zu Hamburg wurde er besonders häufig zu den Verhandlungen dieser Behörde herangezogen.

---

[1]) Vgl. Untersuchungen über Sichtweite und Helligkeit der Schiffspositionslaternen mit besonderer Berücksichtigung auf die Färbung der Gläser. Herausg. v. d. D. Seewarte. Hamburg 1894. (Auszug in »Ann. d. Hydr. usw.« 1895. S. 207). — Bericht und Gutachten über die Versuche bezüglich der Abblendung der Schiffs-Seitenlichter, ausgeführt im Sommer 1895 auf Anordnung des Reichs-Marine-Amts von der Direktion der Deutschen Seewarte. (»Aus dem Archiv d. D. Seewarte« XVIII 1895 Nr. 2.) — Ergänzung zum Bericht über die Versuche bezüglich der Abblendung der Schiffs-Seitenlichter, ausgeführt auf Anordnung des Reichs-Marine-Amts von der Direktion der Deutschen Seewarte. (»Aus dem Archiv usw.« XIX 1896 Nr. 2.) — Über Abblendung und Einrichtung der Seitenlichter. Von Admiralitätsrat Koldewey. (»Ann. d. Hydr. usw.« 1903, S. 263.)

Digitized by Google

Gedenken wir bei dem Hingang Koldeweys dessen, der zuerst die schwarz-weiß-rote Flagge auf einer Forschungsfahrt in die arktischen Gegenden führte, so betrauern wir in ihm auch den Mann, der in seltener Weise seemännische Erfahrung und Tüchtigkeit mit großem theoretischen Wissen und Schaffen in sich vereinigte und diese glückliche Verbindung seiner Fähigkeiten zum Nutzen der Seefahrt zu verwerten berufen war. Hr. u. v. H.

Die vom Reichs-Marine-Amt herausgegebenen Gezeitentafeln in ihrer neuen Form.[1]

Bereits seit geraumer Zeit haben im Kaiserlichen Observatorium in Wilhelmshaven Erwägungen stattgefunden, nach welcher Richtung hin die unter der Schriftleitung dieser Behörde bearbeiteten Gezeitentafeln, deren Wichtigkeit sowohl für die ausübende Schiffahrt wie auch für die Bewohner unserer Küstenorte wohl von keiner Seite her bestritten werden wird, verbesserungsfähig seien, denen der Staatssekretär des Reichs-Marine-Amts in dankenswerter Weise stattgegeben hat. Bei diesen sehr eingehenden Untersuchungen sind die bisherigen Veröffentlichungen einer Prüfung nach folgenden Gesichtspunkten unterzogen worden.

1. Hinsichtlich des Inhaltes selber.
2. Hinsichtlich des Umfanges des Stoffes und
3. in bezug auf die Zweckmäßigkeit der Anordnung des Materials.

1. Der Inhalt der Gezeitentafeln.

Die Entstehung der Gezeiten, wie wir sie an vielen Orten unserer Erde zu beobachten Gelegenheit haben, wird, wie bekannt, auf die Anziehung zurückgeführt, die Sonne und Mond auf die Wassermassen der offenen Meere ausüben. Durch diese Anziehung werden nach der Auffassung der Wellentheorie der Gezeiten im Meere Wellen erregt, die in mannigfachster Weise durch die örtlichen Umstände, denen sie bei ihrer Fortpflanzung begegnen, beeinflußt werden. So werden wir an einem Orte, welcher an einem Flusse gelegen ist, einen anderen Verlauf der Gezeiten wahrnehmen, wie an einem Orte, der an einer in sich geschlossenen Meeresbucht liegt und wiederum andere Erscheinungen, wenn die Gestaltung der Küste eine flache ist im Gegensatz zu steil ansteigenden Uferwänden. Daraus ergibt sich, daß eine Vorausberechnung der Gezeiten, d. h. der Eintrittszeit von Hoch- und Niedrigwasser und der Höhen, welche der Wasserspiegel bei diesen verschiedenen Phasen über dem Kartenniveau erreicht, auf Grund allgemein gültiger mathematischer Formeln schlechterdings nicht möglich ist. Vielmehr ist es notwendig, daß an den Orten, für welche Gezeitenangaben voraus berechnet werden sollen, zunächst Beobachtungen angestellt werden, aus denen sich dann der Einfluß der Sonne und des Mondes, wie er sich unter den gegebenen Verhältnissen darstellt, bestimmen läßt. Hinsichtlich der vorzunehmenden Beobachtungen mag bei dieser Gelegenheit gleich noch einmal darauf hingewiesen werden, daß dieselben für den vorliegenden Zweck nur dann Wert haben, wenn sie fortlaufend, d. h. Tag und Nacht ohne Unterbrechung zur Ausführung gelangen. Tagesbeobachtungen allein, wie sie des öfteren aus Personalmangel vorgenommen werden, eignen sich nur beschränkt zur weiteren Bearbeitung, deshalb ist es bei weitem richtiger, in solchen Fällen die Beobachtungsdauer abzukürzen und statt dessen dann aber Tages- und Nachtbeobachtungen durchzuführen.

Diese Methode der Vorausberechnung der Gezeiten, bei der zunächst rückwärtige Schlüsse gezogen werden, um sie dann später wieder in entgegengesetzter Richtung zu verwerten, wird um so zutreffendere Resultate ergeben, je sorgfältigere

[1]) »Marine-Rundschau«, Juni 1908.

Digitized by Google

Beobachtungen vorliegen und je größer der Zeitraum ist, über den sich die Beobachtungen erstrecken. Denn man darf nicht außer acht lassen, daß unsere Gezeiten von den örtlichen Winden nicht unerheblich beeinflußt werden, sowohl was die Zeit des Eintritts von Hoch- und Niedrigwasser anbetrifft als auch die Höhe, zu der das Wasser aufläuft bzw. fällt. Daraus ergibt sich, daß bei kurzen Beobachtungsperioden eine Entstellung der Gezeitenerscheinung dann eintreten wird, wenn beispielsweise der Wind zufälligerweise während der ganzen Dauer aus der gleichen Richtung weht. Die unter solchen Umständen aus den angestellten Beobachtungen abgeleiteten Werte werden dann naturgemäß nur so lange zutreffen, wie die Windrichtung vorherrscht, welche zur Zeit der Gewinnung des Materials beobachtet wurde. Treten später wesentlich andere Winde auf, so werden die auf Grund anderer Voraussetzungen erhaltenen Vorausberechnungen von der Wirklichkeit mehr oder weniger abweichen. Erstreckt sich dagegen die Dauer der Beobachtung auf eine Reihe von Monaten oder selbst Jahren, so darf man damit rechnen, daß sich die einzelnen Abweichungen im Laufe der Zeit ausgleichen und somit zu Mittelwerten führen, die unter normalen Verhältnissen sich in den Grenzen halten, die für die angestrebten Zwecke für die Praxis vollständig genau genug sind.

Hiernach hängt also das Ergebnis der vorausberechneten Gezeitenangaben von der Güte der einzelnen Beobachtungen ebenso sehr ab wie von der Dauer und dem Zeitpunkt, während welcher diese Beobachtungen angestellt worden sind. Dies hat zur Folge, daß zwei Stellen, welche sich unabhängig voneinander mit der Vorausberechnung von Gezeitenangaben beschäftigen, nur dann genau zu demselben Resultat gelangen können, wenn ihnen beiden das ganz gleiche Beobachtungsmaterial zur Verfügung gestanden hat. Trifft dies nicht zu, so werden die Endergebnisse der Rechnungen unter Umständen voneinander abweichen, ohne daß man berechtigt wäre, daraus den Schluß zu ziehen, daß die eine oder andere Stelle sich methodische oder sonstige Fehler hätte zu Schulden kommen lassen.

Da es nun in der Praxis die Regel sein wird, daß das von verschiedenen Stellen zur Verwendung gelangende Beobachtungsmaterial nicht das gleiche ist, so wird man bei der Gegenüberstellung mehrerer Gezeitentafeln meistens für dasselbe Hochwasser voneinander abweichende Werte finden. Die genaueren Resultate werden in solchen Fällen dort anzutreffen sein, wo ein umfangreicheres Beobachtungsmaterial bei den Berechnungen zugrunde gelegen hat.

Diese Verschiedenheit in den Angaben stört denjenigen, der mit der Art des Zustandekommens der Gezeitentafeln nicht so vertraut ist, daß er sich über die Abweichungen Rechenschaft zu geben vermag, und das ist naturgemäß der überwiegende Teil der in der Praxis stehenden Seeleute, der mit Recht den Hauptwert darauf legt, die Benutzung der Tafeln zu beherrschen, dem sein Beruf im übrigen aber keine Zeit übrig läßt, sich weiter in die Materie zu vertiefen. So erzeugen diese Unterschiede Unsicherheit in den Kreisen, für welche die Gezeitentafeln vornehmlich bestimmt sind. Deshalb muß danach gestrebt werden, diese Verschiedenheiten so viel wie möglich zu beseitigen.

Jede Gezeitentafel soll aber auch danach trachten, nur die besten Resultate zu veröffentlichen. Diese werden aber nach dem Gesagten dort zu finden sein, wo ständige Beobachtungen angestellt werden und das Beobachtungsmaterial unter dauernder Kontrolle gehalten wird, d. h. bei den Instituten der einzelnen Länder, die besonders mit dieser Aufgabe betraut sind.

Deshalb hat das Kaiserliche Observatorium in Wilhelmshaven die Anregung zu einem internationalen Austausch der vorausberechneten Gezeitenangaben in der Weise gegeben, daß jedes Land von den Orten, wo selbstregistrierende Flutmesser aufgestellt sind, Vorausberechnungen zur Verfügung stellt, um dafür als Entgelt die entsprechenden Berechnungen der anderen Nationen zu erhalten. Dieser Vorschlag hat überall Anklang gefunden und schon jetzt zu dem Ergebnis geführt, daß ein Austausch zwischen den amerikanischen, englischen und niederländischen Häfen auf der einen und den deutschen Häfen auf der anderen Seite sichergestellt ist. Bei den sonstigen in Betracht kommenden

Digitized by Google

Hafenplätzen konnte bisher dies Resultat noch nicht erreicht werden. Der Grund hierfür liegt indessen lediglich darin, daß die Vorausberechnungen bis jetzt nicht so früh fertiggestellt wurden, um für einen rechtzeitigen Austausch in Betracht kommen zu können. An einem frühzeitigen Termin muß indesen festgehalten werden, damit die jedesmalige Veröffentlichung der Gezeitentafeln keine ungebührliche Verzögerung erleidet. Dieser Termin ist aber mit Rücksicht auf die Schiffe, welche auf längere Reise gehen, ohne vorher weiter wie bis zum nächsten Hafen, für den sie bestimmt sind, disponieren zu können und deshalb, wie üblich, den Wunsch haben, beim Auslaufen bereits dasjenige wissenschaftliche Material, dessen sie auf ihrer Fahrt benötigen, mitzunehmen, tunlichst so zu wählen, daß die Gezeitentafeln mindestens ein Jahr vor dem Zeitpunkte erscheinen, für den sie bestimmt sind. Daher ist auch für unsere deutschen Gezeitentafeln in Aussicht genommen, in Zukunft den 1. Januar des vorhergehenden Jahres als spätesten Ausgabetermin festzuhalten. Wenn diese Absicht bei dem Jahrgange 1909 sich noch nicht verwirklichen ließ, so ist das darauf zurückzuführen, daß die gänzliche Umarbeitung nicht nur sehr vermehrte Arbeitskräfte und Zeit beanspruchte, sondern auch zu vielen Anfragen und Nachfragen bei denjenigen Stellen Veranlassung gab, die im Besitze des Original-Beobachtungsmaterials sind, auf deren Beantwortung die Schriftleitung keinen Einfluß hatte. Vom Jahrgang 1910 ab ist jedoch mit dem pünktlichen Erscheinen derselben zu rechnen.

Da die Schwierigkeiten, welche einem noch regerem Materialaustausch wie bisher entgegenstehen, keine allzugroßen sind, so darf man der Hoffnung Ausdruck geben, daß sie sich in Zukunft werden beseitigen lassen und daß dann eine noch bessere Übereinstimmung unter den verschiedenen Gezeitentafeln herbeigeführt werden wird.

II. Der Umfang des Stoffes.

Für den praktischen Gebrauch wäre es naturgemäß am bequemsten, wenn für sämtliche Häfen ausführliche Vorausberechnungen gegeben werden könnten. Dies bedeutet aber eine Forderung, welcher aus verschiedenen Gründen nicht nachgekommen werden kann. Zunächst liegen nur für eine beschränkte Anzahl von Hafenplätzen so ausgedehnte und brauchbare Beobachtungen vor, daß man an der Hand derselben Vorausberechnungen vornehmen kann. Aber selbst alle diese Orte in den Gezeitentafeln aufzunehmen erscheint nicht zweckmäßig. Das Buch würde dadurch sehr an Umfang gewinnen, für die Praxis schwer übersichtlich und durch die Stärke unhandlich werden und zudem für seine Herstellung einen Preis erfordern, welcher seiner Höhe wegen nicht allen Kreisen, für welche das Buch bestimmt ist, zugemutet werden kann. Deshalb erschien es durchaus geboten, sich hinsichtlich des Umfanges Mäßigung aufzuerlegen.

In den neuen Gezeitentafeln sind daher unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse die Häfen in drei Gruppen eingeteilt worden:

1. Häfen, für welche ausführliche Vorausberechnungen gegeben worden sind.
2. Häfen, bei denen man die Gezeiten mit Hilfe von Tidekonstanten an die ausführlich gegebenen Vorausberechnungen anschließen kann.
3. Häfen, bei welchen nur die Hafenzeiten Aufnahme gefunden haben.

Um allen berechtigten Wünschen nach Möglichkeit Rechnung tragen zu können, hat, bevor die Auswahl für die erste Gruppe getroffen wurde, eine Umfrage sowohl innerhalb der Kaiserlichen Marine wie auch bei denjenigen Reedereien, die einen überseeischen Verkehr unterhalten, stattgefunden, deren Zweck es war, die Orte kennen zu lernen, auf deren Aufnahme Wert gelegt wurde.

Das Ergebnis dieses Vorgehens war, daß die englischen Häfen Portsmouth, Sunderland an der Mündung des Wear und der irische Hafen Kingstown künftighin in Wegfall gelangen konnten. Dafür war es aber notwendig, bei den außereuropäischen Häfen eine wesentliche Erweiterung des bisher Gebotenen eintreten zu lassen, da diese in den früheren Gezeitentafeln nur spärlich vertreten waren.

Bei den europäischen Häfen ist bis jetzt nur Vlissingen neu hinzugekommen, während Bremen für später in Aussicht genommen ist. Bei den anderen Erdteilen ist dagegen die Neuaufnahme folgender Orte beschlossen worden.

Digitized by Google

Afrika: Duala an der Mündung des Kamerunflusses und Daressalam.
Amerika: Baltimore, Charleston und San Francisco.
Asien: Aden, Bombay, Dublat, Rangoon, Nagasaki und Yokohama.
Australien: Apia.

Leider war es nicht möglich, diesen Plan in seiner Gesamtheit schon jetzt zur Ausführung zu bringen, weil es hierzu noch an dem nötigen Material fehlte. Es mußte daher einstweilen die Aufnahme von Daressalam, Aden, Bombay, Dublat, Rangoon, Nagasaki und Yokohama zurückgestellt und späteren Jahrgängen vorbehalten werden.

Eine sehr erhebliche Erweiterung haben dafür aber schon jetzt die Hafenplätze erfahren, deren Gezeitenberechnung sich mit Hilfe von Tidekonstanten ermöglichen läßt. Bei Festsetzung dieser Methode ist von nachstehenden Erwägungen ausgegangen:

Bezeichnet für den Basisort:
C_0 die Zeit der Mondkulmination,
T_0 das Mondflutintervall (mittleres oder für $C_0 = 0^h\,0^{min}$ [Hafenzeit]),
u_0 die halbmonatliche Ungleichheit,
t_0 die Hochwasser- (Niedrigwasser-) Zeit, in Ortszeit ausgedrückt,
und für den Ort, für den die Tidekonstante bestimmt werden soll:
C die Zeit der Mondkulmination $= C_0 + n \times 12^h\,25.236^{min}$.
T das Mondflutintervall (mittleres oder für $C = 0^h\,0^{min}$ [Hafenzeit]),
u die halbmonatliche Ungleichheit,
t die Hochwasser- (Niedrigwasser-) Zeit in Ortszeit ausgedrückt,
dann ist, abgesehen von den kleinen Korrektionen wegen Deklination und Parallaxe:

$$t_0 = C_0 + T_0 + u_0 \text{ und } t = C + T + u$$
$$= C_0 + n \times 12^h\,25.236^{min} + T + u$$

und hieraus:

$$(1)\ t = t_0 + n \times 12^h\,25.236^{min} + T - T_0 + u - u_0 \text{ und}$$
$$(2)\ T = T_0 + t - t_0 - n \times 12^h\,25.236^{min} + u_0 - u.$$

Bei einer angenäherten Berechnung nun, wie sie durch die Benutzung der Tidekonstanten immer nur erreichbar ist, kann man die weitere Voraussetzung machen, daß die halbmonatliche Ungleichheit an beiden Orten dieselbe ist und daher $u - u_0 = 0$ gesetzt werden kann; in diesem Falle wird aber:

$$(3)\ t - t_0 = T - T_0 + n \times 12^h\,25.236^{min},$$

wobei $n = 1$ zu nehmen ist, wenn $T - T_0$ einen Wert ergibt, der größer als $6^h\,12^{min}$ ist; trifft dies nicht zu, so ist $n = 0$ und damit die Tidekonstante $= T - T_0$; n erhält dabei stets das entgegengesetzte Vorzeichen wie die algebraische Differenz: $T - T_0$.

Aus dem bisher Gesagten ist zu entnehmen, daß diese Methode um so bessere Resultate liefern wird, je geringer der Unterschied zwischen u_0 und u ist, d. h. je mehr die halbmonatlichen Ungleichheiten an dem Basisorte und demjenigen, für den die Gezeiten bestimmt werden sollen, übereinstimmen.

Weiterhin kommt aber auch noch die tägliche Ungleichheit in Betracht. Diese hat in verschiedenen Gegenden der Erde einen sehr verschiedenen Einfluß auf den Verlauf der Gezeiten. Während sie in einigen Gegenden, z. B. innerhalb des malayischen Archipels, den Verlauf der Gezeiten geradezu bestimmt, indem dort fast reine Eintagstiden vorkommen, ist ihr Einfluß an den europäischen Küsten gering. In anderen Gegenden erreicht die tägliche Ungleichheit einen mehr oder minder großen Einfluß; sie ist aber überall in höherem oder geringerem Grade wahrnehmbar. Unter diesen Umständen wird es erklärlich, daß die Ermittlung des Eintritts der Hoch- oder Niedrigwasserzeit und Höhe durch Anbringung der Tidekonstanten an die Vorausberechnungen für die Basisorte um so genauer sich ausführen läßt, je weniger von diesen entfernt der Ort ist, dessen Gezeit gerechnet wird.

Unter diesen Umständen ist es gerechtfertigt, zunächst für jedes Land und weiterhin für einzelne Küstenabschnitte einen Basisort zu wählen und an diesen nur solche Orte anzuschließen, die der obigen Bedingung genügen, d. h. nicht sehr entfernt vom Basisort liegen. Wie weit man hierin gehen will, hängt davon

Digitized by Google

ab, in welchem Maße sich die tägliche Ungleichheit in der betreffenden Gegend bemerkbar macht. Demgemäß sind in den neuen Gezeitentafeln nachstehende Basisstationen zu Grunde gelegt worden:

Cuxhaven: für die deutsche Nordseeküste, Küste von Norwegen und Dänemark und Küste von Rußland,
Dover: für Großbritannien und Irland,
Brest: für die Nord- und Westküste von Frankreich, Westküste von Portugal und Westküste von Spanien,
Hoek van Holland: für Holland und Belgien,
Sandy Hook: für Kanada, die Ostküste der Vereinigten Staaten und die englischen Besitzungen an der Ostküste Amerikas.

Für die Orte, welche von den Schiffen der Kaiserlichen Marine und den Dampfern der regelmäßigen Schiffahrtslinien ständig aufgesucht werden, wird man ebenso wie für die wichtigsten Hafenplätze, welche für die sogenannte Trampschiffahrt in Betracht kommen, in den beiden ersten Gruppen alles Nötige finden, um in bequemer und kurzer Weise die gewünschten Gezeitenangaben feststellen zu können. Nur bei den Häfen, welche abseits von den allgemein befahrenen Wasserstraßen liegen, wo demgemäß der Verkehr weniger lebhaft ist und wo naturgemäß dann auch nur dürftiges Beobachtungsmaterial vorliegt, wird man seine Zuflucht zu der dritten Gruppe zu nehmen haben, um mit Hilfe der Durchgangszeit des Mondes durch den Meridian und der Hafenzeit den Eintritt von Hoch- und Niedrigwasser zu berechnen.

Um diese Arbeit allein unter Verwendung der Gezeitentafeln ausführen zu können, ist darauf Bedacht genommen worden, daß alle für die Ausführung der Rechnung notwendigen Größen in denselben auch vorhanden sind. Deshalb ist neuerdings bei jedem Orte die Länge, und der Vollständigkeit halber, auch die Breite angegeben worden, während die Änderung, welche einem Unterschiede in der Länge um einen Grad in der Zeit des Durchganges des Mondes durch den Meridian entspricht, bereits vor einigen Jahren in dem beigegebenen Kalender Aufnahme gefunden hat.

Es bleibt nun noch an dieser Stelle auch mit wenigen Worten der Höhenangaben zu gedenken, welche die Gezeitentafeln enthalten, da hierüber erfahrungsgemäß häufig Unklarheiten herrschen.

Für den in der Praxis stehenden Seemann kommt es darauf an, zu wissen, in welcher Weise die in den Seekarten niedergelegten Tiefen unter dem Einfluß der Gezeiten eine Änderung erfahren, d. h. mit welcher Wassertiefe er an einem Orte rechnen darf, dessen Gezeiten er kennt. Deshalb ist es das Gegebene, die Höhen auf das Kartenniveau zu beziehen. Da die Lage des letzteren nun bisher keine internationale Regelung erfahren hat, so weicht sie in den einzelnen Ländern voneinander ab, je nachdem die Voraussetzungen welche an dieselben geknüpft werden, verschieden sind.

So gilt für die Deutsche Bucht der Nordsee als Kartenniveau das örtliche Springniedrigwasser vermindert um 0.3 m, eine Größe, welche in Wilhelmshaven mit dem Nullpunkt des daselbst aufgestellten Pegels zusammenfällt. In England dagegen ist als gültiges Kartenniveau das mittlere Springniedrigwasser angenommen, in Frankreich ein in Verbindung mit dem Springtidenhub durch Rechnung abgeleitetes Niedrigwasser, welches unter dem mittleren Niedrigwasser liegt, und in den Vereinigten Staaten von Amerika das mittlere Niedrigwasser. Diese Verhältnisse hat man sich gegenwärtig zu halten, wenn man aus den in den Gezeitenangaben gemachten Höhenangaben seine Schlüsse zieht. Bei den Häfen, für welche Tidekonstanten gegeben sind, konnte naturgemäß nur ein Mittelwert Aufnahme finden. Hier ist entweder der mittlere Tidenhub oder der Tidenhub bei Springflut angeführt worden, je nachdem das Material erhältlich war. Bei den Orten endlich, für welche nur die Hafenzeit bekannt war, ist die Hochwasserhöhe über dem Kartenniveau bei Springzeit und Nippzeit aufgenommen worden. Aus diesen letzteren Angaben ist man indessen imstande, sich ohne Schwierigkeiten den mittleren Tidenhub berechnen zu können; die Art der Rechnung weicht nur

Digitized by Google

mit Rücksicht auf die verschiedene Festlegung des Kartenniveaus bei den einzelnen Ländern in etwas voneinander ab.

Am einfachsten ist die Rechnung dort, wo das Kartenniveau gleich dem mittleren Springniedrigwasser ist. Daselbst entspricht nämlich die Erhebung des Wassers über dem Kartenniveau bei Springflut dem Tidenhub zu dieser Phase. Die Höhe des Hochwassers über dem Kartenniveau bei Nippzeit ist dagegen gleich $^1/_2$ Hochwasserhöhe bei Springzeit + $^1/_2$ Tidenhub bei Nippzeit. Will man also den Tidenhub bei Nippzeit kennen lernen, so findet man ihn aus den angeführten Zahlen durch die Formel:

Nipptidenhub = 2 × Nipphochwasserhöhe — Springhochwasserhöhe. Das Mittel aus dem Tidenhub bei Springzeit und bei Nippzeit ist aber der mittlere Tidenhub.

Diese Rechnung kann man sich zudem noch sparen, wenn man sich überlegt, daß bei diesem Kartenniveau die Nipphochwasserhöhe ebenfalls gleich dem Mittel aus Springtidenhub und Nipptidenhub ist und somit die Nipphochwasserhöhe mit dem mittleren Tidenhub übereinstimmt.

Um bei dem für die Deutsche Bucht der Nordsee angenommenem Kartenniveau zu dem gleichen Ergebnis zu gelangen, hat man zuvor die in den Gezeitentafeln bei den Hafenzeiten in der Spalte »Hochwasserhöhe über Kartenniveau bei Springzeit und Nippzeit« angegebenen Werte um 0.3 m. zu kürzen.

Bei den Orten der Vereinigten Staaten von Amerika, wo das Kartenniveau gleich dem mittleren Niedrigwasser ist, sind die angegebenen Werte zu addieren und durch 2 zu dividieren, das Ergebnis ist der mittlere Tidenhub.

Bei den französischen Stationen hingegen sind die Verhältnisse am schwierigsten. Hier sowohl wie auch in Belgien liegt das Kartenniveau nach den Angaben des »Annuaire astronomique de l'observatoire royal de Belgique« für 1908 S. 250: 1.18 × $^1/_2$ Springtidenhub, zur Zeit der Äquinoktien gleich 1.18 × $^1/_2$ mittlerer Springtidenhub unter dem Mittelwasser. Dieser Wert dürfte ziemlich mit dem niedrigsten beobachteten Niedrigwasser zusammenfallen, welches bisher vielfach als Kartenniveau für die französischen Karten angenommen wurde. Man vermag daher bei diesen Häfen aus den beiden Angaben für Springzeit und Nippzeit nicht ohne weiteres den mittleren Tidenhub abzuleiten. Dazu bedarf es noch der Angabe des Nipptidenhubes. Diese ist denn auch bei einer großen Zahl von Orten besonders gemacht worden. Dort, wo sie zur Verfügung steht, gestattet sie den Springtidenhub nach folgender Formel zu berechnen:

Springtidenhub = Nipptidenhub + 2 × (Springhochwasserhöhe — Nipphochwasserhöhe).

Das Mittel aus dem so gefundenen Springtidenhub und dem bekannten Nipptidenhub ergibt dann wieder den mittleren Tidenhub.

Die Kenntnis des mittleren Tidenhubes in Verbindung mit der Kenntnis der Dauer des Fallens des Wassers oder, wo diese nicht bekannt ist, unter Zugrundelegung eines $^1/_4$ Mondtages = $6^h\ 12^{min}$, ermöglicht es dann, mit Hilfe der Tafel 4 der Gezeitentafeln (Beschickung einer Lotung auf Niedrigwasser) sich ein Bild davon zu machen, welche Verbesserung man an die Wassertiefe der Karte anzubringen hat, um den richtigen Wert für die Zeit der Beobachtung zu erhalten.

Von besonderer Wichtigkeit für die Schiffahrt in der Nordsee ist ferner die Kenntnis der Wasserverhältnisse auf den Barren unserer Fahrwasser im allgemeinen, sowie die Möglichkeit, im besonderen sich beim Verlassen von Wilhelmshaven oder beim Passieren von Cuxhaven ein Urteil darüber zu bilden, welche Wasserstände man bei der Barre der Außenjade bzw. bei der Oste, bei Brunsbüttel und beim Elbe-Feuerschiff IV auf Grund der an dem Tage gemachten Beobachtungen am Wilhelmshavener bzw. Cuxhavener Pegel antrifft. Deshalb sind diese Angaben neuerdings in die Gezeitentafeln aufgenommen worden neben zwei weiteren Tabellen über gleichzeitige Wasserstände am Wilhelmshavener Pegel und an drei Punkten des Jadefahrwassers sowie über den voraussichtlichen Einfluß der Luftbewegung auf den Wasserstand in der Jade nach den Beobachtungen am Wilhelmshavener Pegel, die sich voraussichtlich als für die Praxis nicht weniger wichtig erweisen werden.

Digitized by Google

III. Die Anordnung des Materials.

Ein Buch, welches wie die Gezeitentafeln vornehmlich für den praktischen Gebrauch an Bord der Schiffe bestimmt ist, muß so eingerichtet sein, daß auch derjenige, der früher keine Gelegenheit gehabt hat, sich mit demselben näher zu beschäftigen, sich leicht darin zurechtfinden und die Angaben schnell herausnehmen kann, deren Kenntnis für den Augenblick notwendig ist. Diesem Gesichtspunkte gerecht zu werden, ist die Schriftleitung bestrebt gewesen, als sie an die Anordnung des Materials herantrat.

Zunächst sind alle die Angaben zusammengefaßt worden, die ihrer Natur nach zusammengehören. Daraus ergab sich eine Einteilung des ganzen Buches in sechs Unterabschnitte. Hiervon enthält der erste Teil neben dem Kalender Vorausberechnungen der Gezeitenangaben für die bereits erwähnten europäischen und außereuropäischen Hafenplätze, die Angaben über die Wasserstände auf den Barren und den Einfluß der Luftbewegung auf den Wasserstand in der Jade und endlich die Orte, deren Gezeiten sich durch Benutzung von Tidekonstanten bestimmen lassen.

In dem II. Teil haben die Hafenzeiten und Höhen über dem Kartenniveau für zahlreiche Küstenpunkte und eine Tabelle zur Berechnung der angenäherten Hoch- und Niedrigwasserzeiten sowie der Höhen über dem Kartenniveau für eine Anzahl wichtiger Hafenplätze an der Westküste von Nordamerika Aufnahme gefunden.

Teil III gibt näheren Aufschluß über den Verlauf der Tideströmungen, welche für die ausübende Schiffahrt so außerordentlich wichtig sind und deren Richtung noch vielfach in einen falschen Zusammenhang gebracht wird mit der Zeit des Hoch- und Niedrigwassers. Deshalb ist hier zunächst in einem besonderen Abschnitte auf die Momente eingegangen, welche für die Tideströmungen im allgemeinen Gültigkeit haben, um dann den besonderen Verlauf der Tideströmungen in der Nordsee, im Englischen Kanal und in der Irischen See näher zu erläutern.

Teil IV enthält diejenigen Hilfstafeln, welche für die Berechnungen der Gezeitenangaben gebraucht werden. Dieser Teil macht im Zusammenhange mit den Angaben des im I. Teile enthaltenen Kalenders das Vorhandensein weiterer nautischer Hilfstafeln überflüssig.

Teil V besteht aus einem Sachregister, in dem sämtliche Namen, die in dem Buche vorkommen, Aufnahme gefunden haben.

Teil VI endlich setzt sich aus zwölf Karten zusammen, die ihrer Anordnung und Ausführung nach in übersichtlicher Weise graphisch das zur Darstellung bringen, was im Teil III über die besonderen Tideströmungen in der Nordsee, im Englischen Kanal und in der Irischen See gesagt worden ist.

Am leichtesten wird man sich in einem Buche, dessen Verwendung in erster Linie als Nachschlagebuch gedacht ist, zurechtfinden, wenn man demselben eine alphabetische Anordnung zugrunde legt. Diese Richtschnur konnte leider nur im ersten Teile durchgeführt werden; hier ist sie genau innegehalten und dadurch auch gegen früher ein wesentlicher Fortschritt erzielt worden, da der I. Teil zweifelsohne der ist, welcher in der Praxis weitaus am häufigsten gebraucht werden wird.

Zunächst sind die Häfen, für welche ausführliche Vorausberechnungen gegeben werden, in zwei Hauptgruppen geteilt: Europäische und außereuropäische Häfen. Diese sind unter sich alphabetisch geordnet: Deutsche Häfen, englische Häfen, französische Häfen und holländische Häfen. Dann weiter die Erdteile: Afrika, Amerika, Asien und Australien.

Innerhalb dieser Untergruppen sind die einzelnen Orte wiederum nach der Stellung ihres Anfangbuchstabens im Alphabet aufgeführt. Deutschland: Bremerhaven, Brunshausen, Cuxhaven, Emden, Hamburg, Tönning, Wilhelmshaven. England: Dover, Liverpool, Plymouth. Frankreich: Brest, Cherbourg. Holland: Hoek van Holland, Vlissingen, Ymuiden. Afrika: Duala an der Mündung des Kamerunflusses. Amerika: Baltimore, Charleston, Sandy Hook, San Francisco. Asien: Tsingtau, Wusung. Australien: Apia.

Digitized by Google

Die Tidekonstanten, welche sonst zusammengefaßt an den Schluß der ausführlichen Gezeitenangaben gesetzt und nur auf die beiden Basisorte Cuxhaven und Sandy Hook bezogen waren, sind jetzt, wie bereits ausgeführt, unter erheblicher Vermehrung der Basisstationen, jedesmal am Schlusse desjenigen Landes eingefügt, dem die Basisstation entlehnt ist. Da, wo eine Basisstation für Hafenorte verschiedener Länder in Betracht kommt, sind Unterabteilungen gebildet worden; in diesen haben die Plätze dem Alphabet nach Aufnahme gefunden und nicht, wie bisher, ihrer geographischen Lage nach. So wird durch diese Neuerung einmal zeitraubendes Umblättern erspart und das Auffinden eines gesuchten Ortes erleichtert.

In dem II. Teile mußte von einer alphabetischen Anordnung der Hafenplätze Abstand genommen werden, weil darunter die Übersicht des Ganzen gelitten hätte und zudem auch der Vorteil aufgegeben worden wäre, der sich aus der geographischen Gliederung ergibt und darin besteht, daß man aus der Größe der aufgeführten Hafenzeiten sich ein Bild von dem Verlauf der Gezeitenwelle an den verschiedenen Küsten machen kann. Um indessen auch hier das Auffinden der einzelnen Orte gegen früher zu erleichtern, ist einmal das Sachregister aus der Mitte des Buches, wo es wenig in die Augen fiel, herausgenommen und an das Ende, wo man es für gewöhnlich vermutet, gesetzt worden. Weiterhin ist es sehr erweitert worden. In den bisherigen Gezeitentafeln beschränkte es sich darauf, die einzelnen Länder, Küstenstriche und Inseln aufzuführen, jetzt sind, alphabetisch angeordnet, sämtliche Orte und Namen aufgenommen, welche in dem Buche überhaupt vorkommen. So kommt das Sachregister in seiner neuen Gestalt auch den anderen Abschnitten zugute, die an dem alten bisher keinen Anteil hatten.

Die Tafeln, welche früher zerstreut in dem Buche untergebracht waren, sind neuerdings im IV. Teile übersichtlich zusammengefaßt und somit auch leichter aufzufinden wie ehedem.

Im Zusammenhange mit der Anordnung des Stoffes mußte auch noch eine weitere Frage zur Entscheidung gebracht werden, nämlich die, welche Zeitarten für die Gezeitenangaben am zweckmäßigsten zu wählen waren.

Es ist zweifellos das richtigste, für diese Wahl den Gesichtspunkt gelten zu lassen, derjenigen Zeitart den Vorzug zu geben, nach welcher der Schiffsdienst geregelt wird und demnach auch die Schiffsuhren gestellt sind. Dies ist innerhalb des Bereichs der Deutschen Bucht der Nordsee die Mitteleuropäische Zeit, außerhalb derselben die mittlere oder wahre Ortszeit. Deshalb sind bei den deutschen Häfen die Zeitangaben nach gesetzlicher (Mitteleuropäischer) Zeit gemacht worden und bei den ausländischen Häfen nach mittlerer Ortszeit. Aus demselben Grunde sind auch bei den Tidekonstanten, welche sich auf Cuxhaven als Basisstation beziehen, die Korrektionen gegen gesetzliche Zeit vorangestellt und bei den übrigen Häfen diejenigen gegen mittlere Ortszeit. Darüber hinaus ist aber auch Vorsorge getroffen, daß sich eine Umwandlung der gesetzlichen Zeit in mittlere Ortszeit und umgekehrt und der wahren Ortszeit in mittlere Ortszeit unschwer bewerkstelligen läßt. Zu diesem Zwecke sind am Fuße jeder Seite der ausführlichen Gezeiten die betreffenden Korrektionen mit ihrem Vorzeichen angegeben, und bei den Tidekonstanten sind neben den Korrektionen für gesetzliche Zeit in einer zweiten Spalte die Korrektionen aufgeführt, welche an die Daten der Basisstation anzubringen sind, wenn man mittlere Ortszeit haben will.

Zur Verwandlung von wahrer Ortszeit in mittlere Ortszeit findet sich im Kalender für jeden Tag des Jahres die Zeitgleichung angegeben, mit einem Vermerk im Kopf jeder Seite, ob sie mit positivem oder negativem Vorzeichen anzuwenden ist.

Wie wir gesehen haben, gestatten die Gezeitentafeln nicht, in allen Fällen die gesuchten Hoch- und Niedrigwasserzeiten unmittelbar dem Buche zu entnehmen, es sind vielmehr des öfteren kleinere Rechnungen auszuführen, um das gewünschte Resultat zu erhalten. Deshalb erscheint das Verlangen gerechtfertigt, um Irrtümer von vornherein zu vermeiden, die geforderten Rechen-

Digitized by Google

arbeiten durch Beifügung von Beispielen noch des weiteren zu erläutern. Auch diesem Gesichtspunkte ist in der neuen Auflage im weitesten Sinne Rechnung getragen, während in den früheren Veröffentlichungen davon Abstand genommen worden war.

IV. Schlußbemerkungen.

Die Gezeitentafeln sind ein Buch, an dessen Vervollkommnung, wenn es seinen Zweck erfüllen soll, unablässig weiter gearbeitet werden muß. Verbesserungen aufzunehmen und praktische Neuerungen einzuführen, dazu bietet das jährliche Erscheinen derselben die beste Gelegenheit. Anregungen nach dieser Richtung hin zu geben, sind aber in erster Linie diejenigen Kreise berufen, für welche, wie bereits mehrfach hervorgehoben, das Buch vornehmlich bestimmt ist, ich meine die Kommandanten, Kapitäne und Offiziere, die auf ihren Reisen reichlich Gelegenheit haben werden, das Buch mit Vorteil zu verwenden und auf seine Vollständigkeit und Zuverlässigkeit zu prüfen.

Möchten diese Zeilen dazu beitragen, das Interesse für unsere deutschen Gezeitentafeln dort, wo es bereits vorhanden ist, noch zu erweitern und dort zu wecken, wo man denselben bisher mehr oder weniger fremd gegenüber gestanden hat. Möchten sie auch ferner der Überzeugung zum Durchbruch verhelfen, daß die Schriftleitung alles daran setzen wird, das Buch auf die Höhe zu bringen, die es einzunehmen berufen ist, damit es in Deutschland überall, und soweit das Ausland in Frage kommt, bezüglich der deutschen Häfen als Standardwerk volle Anerkennung findet.

K-Kapt. a. D. Capelle,
Assistent am Observatorium in Wilhelmshaven.

Nebel und unsichtiges Wetter bei Kap Guardafui.

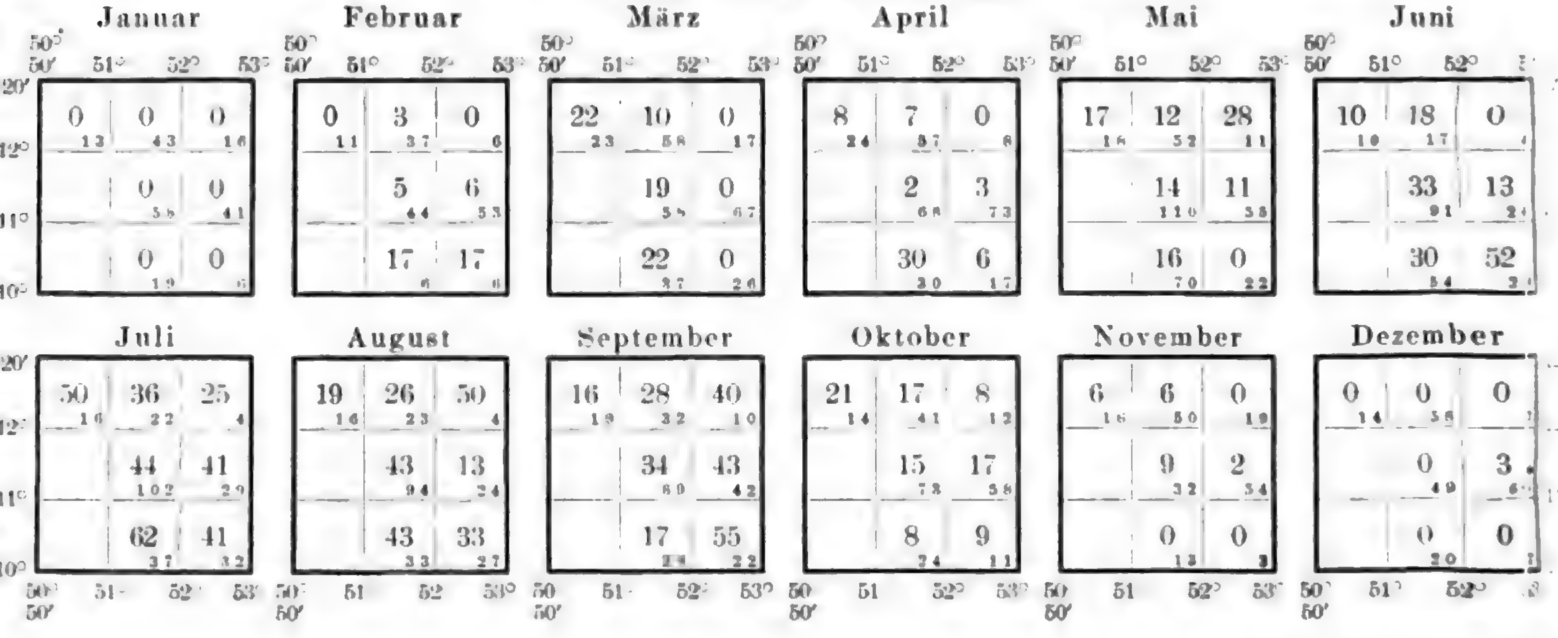
(Hierzu Tafel 10.)

Bei der Bearbeitung der Nebelhäufigkeit für die Monatskarten des Indischen Ozeans wurde auch die Arbeit: »Meteorological Charts of the Portion of the Indian Ocean adjacent to Cape Guardafui and Ras Hafun, London 1891« benutzt. Diese Karten umfassen den Meeresteil, der Ras Hafun, Kap Guardafui und die Insel Abd el-Kuri einschließt, zwischen 10° und 12° 20′ N-Br., 50° 50′ bis 53° O-Lg. Die sieben Bezirke der Tafel 10 enthalten vier volle Eingradfelder, im Norden von drei anderen Gradfeldern nur kleinere Teile.

Die folgende Tabelle gibt für jedes der sieben Gebiete

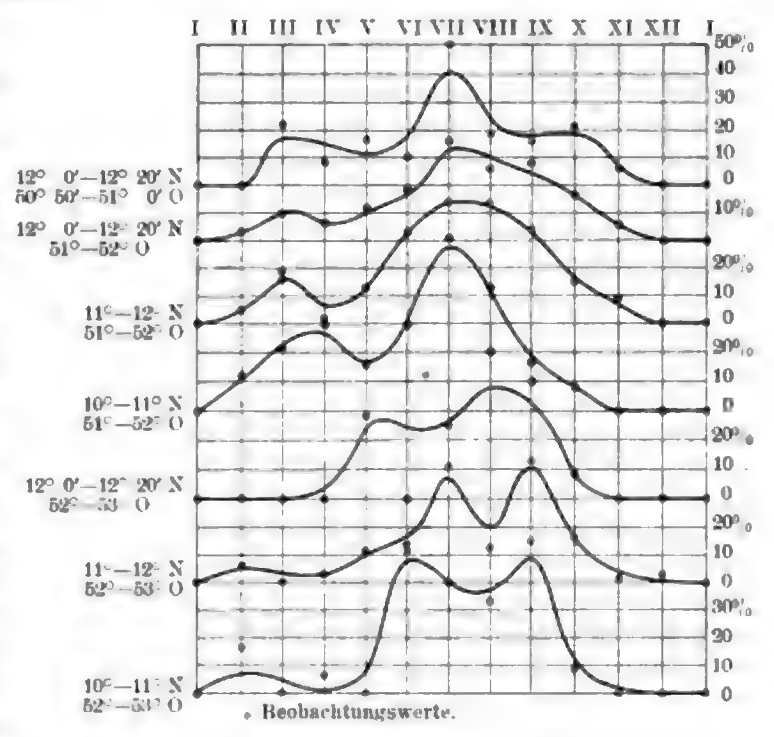
1. die prozentische Häufigkeit der Angaben von m (= *mist*, Nebel und unsichtiges Wetter),
2. in der unteren Ecke rechts die Anzahl der Beobachtungen.

Nebel und unsichtiges Wetter auf je hundert Beobachtungen.
Unten rechts: Zahl der Beobachtungen.



Zeichnerisch wurde die jährliche Periode der Nebelhäufigkeit etwas ausgeglichen. Der Ausgleich ist aus der Textfigur zu ersehen. Maßgebend war dabei die Zahl der jeweiligen Beobachtungen und die Kennung des Jahresverlaufs in den sieben Gebieten. — Weiterhin ist unter »Nebel« immer »Nebel und unsichtiges Wetter« zu verstehen.

Die große jährliche Periode tritt auf Taf. 10 deutlich hervor. Die Nebelhäufigkeit ist Null im Januar, nimmt allmählich zu bis zu sehr hohen Werten im Juni, die sich bis in den September hinein halten, und sinkt dann rasch wieder bis auf Null im Dezember. In anderen Worten: Die Nebelhäufigkeit ist Null während der Höhe des NO-Monsuns, am größten während der ganzen Dauer des SW-Monsuns.



Die Nebelhäufigkeit ist während der allgemeinen Zunahme von Februar bis August einschließlich in jedem Monat größer bei Ras Hafun als bei Kap Guardafui; umgekehrt bei der Abnahme von September bis November einschließlich größer bei Kap Guardafui als bei Ras Hafun.

Die allgemeine Zunahme in der ersten Hälfte des Jahres ist nicht stetig, wenigstens nicht in der Nähe des Festlandes, sondern unterbrochen durch einen entschiedenen Rückgang vom April bis zum Mai, so daß der Anstieg vom Mai zum Juni viel auffallender ist, als es bei stetiger Zunahme der Fall sein würde.

Die Hauptschwankung des Jahres erklärt sich ohne weiteres aus den Wind- und Wärmeverhältnissen. Bezeichnet man im Hinblick auf die lokalen Verhältnisse Wasser von weniger als 24° C. — bis unter 20° hinunter — als kühl, solches von mehr als 24° C. — bis über 28° hinauf — als warm, dann ist das Oberflächenwasser in den Monaten Juni bis September einschließlich in der Hauptsache kühl. Eine Ausnahme machen nur die in Lee von Kap Guardafui liegenden Gewässer, die dann warm bleiben, und Zungen warmen Wassers, die in das kühle Wasser hier und da hineingreifen und schließlich, im September, das kühle Wasser wieder zur Hälfte durchsetzt haben. Es handelt sich hier bei dem kühlen Wasser um Auftriebwasser, das aus tieferen Schichten stammt und das an der Oberfläche vom Südwestmonsun weggeführte ursprünglich warme Wasser ersetzt. Der Wechsel von warmem zu kühlem Wasser ist am auffallendsten bei Ras Hafun vom Mai zum Juni; im Mai finden wir hier noch Wasser von 26° bis 27° C., im Juni solches von 21° bis 20° C.! Da die Luft über dem Lande im Juni im Mittel 30° bis 31° C. beträgt, sind hier dicht nebeneinander starke Unterschiede der Wärme in Luft und Wasser, die die Bildung von Nebel und unsichtigem Wetter begünstigen.

Vorher wurde bemerkt, daß in Lee von Kap Guardafui von Juni bis September kein kühles Wasser beobachtet wurde. Gleichwohl ist die Häufigkeit des Nebels — wenn auch weit geringer als bei Ras Hafun vom Juni bis zum August — doch an und für sich betrachtet auch recht hoch. Zwei Ursachen dürften hier zusammenwirken. Wenn das Wasser hier auch etwa 28° C. und mehr hat, ist die Luft über dem Lande sicher bei Tage häufig 38° und darüber — bei einer mittleren Temperatur von 30° und 31° —, so daß auch hier steile Temperatur-

Digitized by Google

gradienten entstehen. Ferner führt der ablandige Monsun feine Staubteilchen mit auf das Meer und trägt so ebenfalls zum unsichtigen Wetter bei.

Daß das Auftriebwasser erst im Juni sich geltend macht und die Nebelhäufigkeit im Mai so sehr viel geringer ist als im Juni, obwohl auch im Mai schon Südwestwinde ganz überwiegend herrschen, erklärt sich aus der verschiedenen Windstärke in den beiden Monaten. Die Windstärke für alle Winde zwischen S und W beträgt zwischen 10° und 12° N-Br., 51° und 53° O-Lg. im Mittel 3.7 B im Mai, dagegen 6.2 B im Juni. Das Verhältnis der Windstärken ist also 1 : 1.7. Diese Werte sind dem Atlas: »Barometerstanden en Winden etc. bei Kaap Guardafui«, herausgegeben vom Kgl. Niederländischen meteor. Institut, Utrecht 1889, entnommen. Erst der starke Monsun verursacht den Auftrieb sehr kühlen Wassers.

Zum Schluß mag noch auf eine Eigentümlichkeit hingewiesen werden, deren Erklärung nicht so leicht scheint, wenn man die Untersuchung nicht auf ein größeres Gebiet seewärts ausdehnt.

Das Vorrücken der Nebelhäufigkeit vom Februar bis Mai erfolgt gewissermaßen in einem Saume, am Lande entlang. Im Juni ändert sich dies; die größte Nebelhäufigkeit liegt im SO, weiter weg vom Lande. Juli und August zeigen eine Rückkehr zu den ursprünglichen Verhältnissen, zum Saum. Der September zeigt wieder eine Abweichung in demselben Sinne wie der Juni, nur noch deutlicher die größte Nebelhäufigkeit im Osten, fern vom Lande, aufweisend. Da die Erscheinung in zwei getrennten Monaten auftritt, im Juni und September, kann sie nicht einer ungenügenden Zahl von Beobachtungen zugeschrieben werden, sondern muß tatsächlich bestehen. In der Abnahme der Nebelhäufigkeit von See aus nach der Festlandküste hin liegt bei der großen Nebelhäufigkeit auch an der Küste selbstverständlich nicht die Aufforderung, sich in den beiden Monaten der Küste mehr zu nähern, als es die übliche Vorsicht auch ohnedies gestatten würde.

E. Knipping.

Bestimmung und Kompensation von Deviationen mit dem Doppelkompaß von Dr. Bidlingmaier.

Von Prof. Dr. H. Maurer.

In dieser Zeitschrift 1907, S. 198, hat Herr Dr. Bidlingmaier seinen Doppelkompaß beschrieben, ein Instrument, das ähnlich wie der Deflektor mittels Ablenkungen einer Kompaßrose durch ein bekanntes magnetisches Moment die Richtkraft auf den verschiedenen Kursen zu bestimmen und auszugleichen gestattet. Der wesentliche Unterschied vom Deflektor ist der, daß das ablenkende Moment selber von einer der abgelenkten möglichst gleichen Rose geliefert wird, die vertikal über der abzulenkenden in einem regulierbaren Abstande auf einer Pinne spielt. Die von dem Erfinder an mehreren Stellen[1]) genauer ausgeführte Theorie ergibt, daß, von kleinen Korrektionen abgesehen, bei gleichem Vertikalabstand der beiden Rosen sich die Richtkräfte auf verschiedenen Kursen wie die Kosinus der halben Spreizwinkel zwischen beiden Rosen verhalten, also

$$H_1 : H_2 = \cos\frac{\psi_1}{2} : \cos\frac{\psi_2}{2},$$

so daß $H = F \cdot \cos\frac{\psi}{2}$ gesetzt werden kann, wo F bei bestimmtem Rosenabstand konstant ist.

Der Bestimmung der Deviationskoeffizienten legt Herr Dr. Bidlingmaier die Gleichung

$$(1) \qquad \frac{H'}{\lambda H} = 1 + \mathfrak{B}\cos\zeta' - \mathfrak{C}\sin\zeta' + \mathfrak{D}\cos 2\zeta' - \mathfrak{E}\sin 2\zeta'$$

[1]) »Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903«, Band V, Erdmagnetismus I, Berlin. »Physikalische Zeitschrift« 1907, S. 176 und S. 440.

Digitized by Google

zugrunde, wo H′ die Richtkraft auf Kompaßkurs ζ' und λH die mittlere Richtkraft des Kompaßplatzes bedeutet. Hat man also auf einer Anzahl äquidistanter Kompaßkurse die Spreizwinkel ψ des Doppelkompasses beobachtet, so lassen sich 𝔅 ℭ 𝔇 𝔈 berechnen, da der jedesmalige Kosinus des halben Spreizwinkels $\cos\frac{\psi}{2} = \frac{H'}{F}$ und das Mittel aller dieser Kosinus, das mit $\cos\frac{k}{2}$ bezeichnet werde, $= \frac{\lambda H}{F}$ ist. Man kann somit für jeden Kurs ζ' den Wert $\frac{H'}{\lambda H} = \frac{\cos\frac{\psi}{2}}{\cos\frac{k}{2}}$ angeben und daraus 𝔅 ℭ 𝔇 𝔈 berechnen, wenn wenigstens von vier Kursen Beobachtungen vorliegen.

Hier ist nun zu bemerken, daß die Gleichung (1) nur angenähert gilt.[1]) Genauer lautet sie:

$$\text{(2)}\quad \frac{H'}{\lambda H} = \cos\delta + \mathfrak{B}\cos\zeta' - \mathfrak{C}\sin\zeta' + \mathfrak{D}\cos 2\zeta' - \mathfrak{E}\sin 2\zeta' + \sin\delta\,(\mathfrak{A} - \mathfrak{D}\sin 2\zeta' - \mathfrak{E}\cos 2\zeta'),$$

wie man erhält, wenn man die bekannten Gleichungen[2])

$$\text{(3)}\quad \frac{H'}{\lambda H}\cos\delta = 1 + \mathfrak{B}\cos\zeta - \mathfrak{C}\sin\zeta + \mathfrak{D}\cos 2\zeta - \mathfrak{E}\sin 2\zeta$$

$$\text{(4)}\quad \frac{H'}{\lambda H}\sin\delta = \mathfrak{A} + \mathfrak{B}\sin\zeta + \mathfrak{C}\cos\zeta + \mathfrak{D}\sin 2\zeta + \mathfrak{E}\sin 2\zeta$$

mit $\cos\delta$ bzw. $\sin\delta$ multipliziert und addiert und $\zeta = \zeta' + \delta$ setzt. Gleichung (2) geht also in (1) über, wenn man $\cos\delta = 1$ und $\mathfrak{A}\sin\delta = \mathfrak{D}\sin\delta = \mathfrak{E}\sin\delta = 0$ setzen darf. Nun kann $\mathfrak{D}\sin\delta$ mitunter recht erhebliche Beträge annehmen. Eine Beziehung von der Form (1) gilt in höherem Maße für die magnetischen Kurse ζ als für ζ', wie die Gleichung (3) zeigt; man muß in ihr nur $\cos\delta = 1$ setzen dürfen. Man darf also vermuten, daß genauere Werte der Deviationskoeffizienten und des der mittleren Richtkraft entsprechenden Spreizwinkels k erhalten werden, wenn man von Beobachtungen auf äquidistanten magnetischen Kursen statt von solchen auf Kompaßkursen ausgehen kann. Für die Praxis wird dies freilich bedeutungslos, da man ja, falls magnetische Kurse bekannt sind, keine Deviationsbestimmung und Kompensation braucht.

Kompensation eines Trockenkompasses.

Zur Ausführung der Kompensation gibt Herr Dr. Bidlingmaier auf S. 213 a. a. O. die folgende Anweisung: »Wir beobachten auf n äquidistanten Kursen den Spreizwinkel ψ der Rosen bei konstanter Entfernung und berechnen daraus die Deviationskoeffizienten und den Kompensationswinkel k. Dieser ist als derjenige Spreizwinkel definiert, der bei der Intensität λH im Doppelkompaß sich einstellen würde; also $\cos\frac{k}{2}$ ist gleich dem Mittelwert der $\cos\frac{\psi}{2}$, die sich auf n äquidistanten Kursen ergeben haben. Aus den Werten 𝔇 und 𝔈 ergibt sich der Ort, an den die Seitenkugeln zu setzen sind. Dann bringen wir auf Nord- oder Südkurs die Längsmagnete, auf Ost- oder Westkurs die Quermagnete im Kompaßhaus so an, daß jedesmal im Doppelkompaß der Kompensationswinkel erscheint.«

Diese Vorschrift ist nicht zutreffend. Zunächst kann sie für Fluidkompasse, an die Herr Dr. Bidlingmaier bei ihrer Aufstellung auch nicht gedacht hat, nicht gelten, weil ein für eine Trockenrose kompensierter Kompaßort für einen Fluidkompaß wegen der Nadelinduktion nicht kompensiert ist. Aber auch mit Bezug auf die Kompensation für Trockenkompasse ist in der Vorschrift übersehen worden, daß durch das Setzen der D-Kugeln λ geändert wird, und zwar tritt an Stelle von λ $\lambda' = \lambda\left(1 + \frac{\mathfrak{D}}{3}\right)$. [Bei Stabkorrektoren würde

[1]) Hierauf hat auch Herr Fr. Lauffer in den »Mitteilungen aus dem Gebiet d. Seewesens« 1908, S. 174, hingewiesen. Meine Arbeit war bereits im November 1907 abgeschlossen bis auf den praktischen Versuch an Bord S. M. S. »München«, der sich mit Rücksicht auf dienstliche Aufgaben des Schiffes erst im März 1908 ausführen ließ.

[2]) Siehe z. B. E. Rottok, Die Deviationstheorie, Berlin 1903, S. 50.

$\lambda' = \lambda\,(1 + \mathfrak{D})$ sein.] Infolgedessen wird auch der Kompensationswinkel k geändert; an seine Stelle tritt k′, wo $\cos\frac{k'}{2} = \frac{\lambda'}{\lambda}\cos\frac{k}{2} = \left(1 + \frac{\mathfrak{D}}{3}\right)\cos\frac{k}{2}$ ist. In dem auf S. 209 angegebenen Beispiel von Herrn Dr. Bidlingmaier ist $\mathfrak{D} = 0.094$, $\cos\frac{k}{2} = 0.7835$ und $k = 76.8°$. Den genauen Wert k′ findet man also aus: $\cos\frac{k'}{2} = 1.031 \cdot 0.7835$ zu $k' = 72.2°$. Hätte man also, um zu kompensieren, auf Nord- und Ostkurs den Spreizwinkel 76.8° erreicht, so würde man auf Süd- und Westkurs statt desselben einen Spreizwinkel von nur etwa 67.6° erhalten.

Herr Dr. Bidlingmaier hatte sein Instrument in dankenswerter Weise dem Reichs-Marine-Amt zur Verfügung gestellt. Bei einem praktischen Versuch, den ich damit an Land ausführen konnte, habe ich sowohl auf 8 äquidistanten Kompaßkursen ζ', die nach einem vorher eingehängten Trockenkompaß bestimmt worden waren, als auch auf 8 äquidistanten magnetischen Kursen ζ die Spreizwinkel ψ, und zwar jedesmal im Mittel der Spreizungen nach beiden Seiten, bestimmt und daraus $\mathfrak{B}$ $\mathfrak{C}$ $\mathfrak{D}$ k und k′ berechnet. Es wurde gefunden:

	Kompaßkurse ζ'			Magnetische Kurse ζ		
Auf Kurs	$\frac{\psi}{2}$	$\cos\frac{\psi}{2}$	Daraus	$\frac{\psi}{2}$	$\cos\frac{\psi}{2}$	Daraus
0°	47.58°	0.6746	$\mathfrak{B} = -\ 0.134$	47.25°	0.6788	$\mathfrak{B} = -\ 0.159$
45	54.98	0.5739	$\mathfrak{C} =\ 0.111$	54.25	0.5842	$\mathfrak{C} =\ 0.091$
90	57.15	0.5424	$\mathfrak{D} =\ 0.123$	56.38	0.5536	$\mathfrak{D} =\ 0.118$
135	48.72	0.6598	k = 93.5°	41.75	0.7461	k = 90.1°
180	28.12	0.8806	k′ = 89.9°	26.40	0.8957	k′ = 85.5°
225	35.82	0.8109		33.20	0.8367	
270	47.58	0.6746		46.48	0.6886	
315	48.12	0.6676		48.15	0.6672	
	Mittel	0.6855		Mittel	0.7061	

k fällt also um rund 4° kleiner aus, wenn man von den magnetischen Kursen ausgeht, und ebenso führt die Berücksichtigung der Richtkraftverstärkung durch die $\mathfrak{D}$-Kugeln zu einer nochmaligen Verkleinerung des Kompensationswinkels um etwa 4°.

Der praktische Versuch der Kompensation wurde so ausgeführt, daß zunächst zwei 25.5 cm-D-Kugeln in 355 mm Rosenmittendistanz aufgesetzt wurden, die bei einem Trockenkompaß $D = 7°$ oder $\mathfrak{D} = 0.122$ kompensieren (vgl. z. B. »Lehrbuch der Navigation«, herausg. vom Reichs-Marine-Amt, Bd. I, S. 443). Dann wurde nach der Vorschrift von Herrn Dr. Bidlingmaier versucht, durch einen Längsmagneten auf Nordkurs den Spreizwinkel 93.5° zu erzielen und auch $\psi_N = 93.1°$ erreicht; analog wurde auf Ostkurs durch einen Quermagneten $\psi_o = 92.8°$ erzielt. Ging man aber nun auf Süd- und Westkurs, so zeigte sich in der Tat die Kompensation nicht erreicht, wie man nach der Vorschrift von Herrn Dr. Bidlingmaier erwartet hätte; vielmehr ergaben sich die Spreizwinkel $\psi_s = 78.8°$ und $\psi_w = 74.3°$. Den richtigen Kompensationswinkel k′ erhalten wir mithin aus der Formel:

$$\cos\frac{k'}{2} = \tfrac{1}{4}\left[\cos\frac{93.1°}{2} + \cos\frac{78.8°}{2} + \cos\frac{92.8°}{2} + \cos\frac{74.3°}{2}\right] = 0.7368$$

zu $k' = 85.1°$ in guter Übereinstimmung mit dem oben aus den Beobachtungen auf den magnetischen Kursen unter Berücksichtigung der Richtkraftverstärkung berechneten Werte von k′, womit die Richtigkeit der obigen theoretischen Ableitung auch durch den Versuch bestätigt ist. Nach längerem Probieren gelang es denn auch, die Längs- und Quermagnete so zu setzen, daß auf den vier Kursen nahezu die gleichen Spreizwinkel erschienen, nämlich:

Kurs	$\frac{\psi}{2}$	$\cos\frac{\psi}{2}$
N	44.58°	0.7122
O	41.92	0.7441
S	42.95	0.7320
W	41.40	0.7501
Mittel	42.7°	0.7346

und ein dann eingesetzter Trockenkompaß erwies sich bei Beobachtungen auf acht Kursen bis auf Reste von $\pm 1.5^\circ$ kompensiert.

Erwähnt werden muß indessen, daß die vor der Kompensation mit dem Trockenkompaß bestimmten Deviationskoeffizienten die Werte hatten: $\mathfrak{B} = -0.130$; $\mathfrak{C} = 0.107$; $\mathfrak{D} = 0.122$, also mit den Doppelkompaßresultaten aus den ζ'-Beobachtungen besser übereinstimmten als mit jenen aus den ζ-Beobachtungen. Dagegen war der aus den ζ-Beobachtungen ermittelte Kompensationswinkel k′ entschieden der richtigere. Auch zeigt sich, daß bei einer Berechnung nur aus den Kardinalkursen und nur aus den Interkardinalkursen sich bei den ζ-Beobachtungen sehr nahe die gleichen Werte ergeben, während die aus den ζ'-Beobachtungen erhaltenen Werte in beiden Fällen stark voneinander abweichen:

	$\mathfrak{B}$	$\mathfrak{C}$	$\mathfrak{D}$	k	k′
Aus ζ-Kardinalkursen	−0.154	0.096	0.118	90.5	85.9
« ζ-Interkardinalkursen	−0.165	0.087	—	89.8	85.2
« ζ'-Kardinalkursen	−0.149	0.096	0.122	92.3	87.6
« ζ'-Interkardinalkursen	−0.119	0.128	—	94.6	90.2

Daß die Beobachtungen auf den Kardinalkursen für ζ und ζ' besser übereinstimmende Resultate ergeben als auf den Interkardinalkursen, ist unmittelbar einzusehen, wenn man die Gleichungen (2) und (3) miteinander vergleicht. Ihren Hauptunterschied bildet das Glied $(-\mathfrak{D} \sin \delta \sin 2\zeta')$, dessen Faktor $\sin 2\zeta'$ auf den Kardinalkursen verschwindet und auf den Interkardinalkursen seine extremsten Werte annimmt.

Da die gefundenen Werte von $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{C}$ gar nicht gebraucht werden, wohl aber die von k und $\mathfrak{D}$, so liefern in der Tat die ζ-Beobachtungen das bessere Resultat. Unter den ζ'-Beobachtungen, von denen man ja in der Praxis allein ausgehen kann, geben die nur auf den Kardinalkursen beobachteten Spreizwinkel den besten Wert für den Kompensationswinkel k′ nach der Formel $\cos\frac{k'}{2} = \left(1 + \frac{\mathfrak{D}}{3}\right)\cos\frac{k}{2}$; immerhin ist er aber noch etwa 2° zu groß. Man muß also nach der Längsmagneteinstellung auf Nordkurs doch auf Südkurs den Spreizwinkel beobachten und noch einmal nachkompensieren, so daß die Methode, jedenfalls bei größeren Werten von $\mathfrak{D}$, zu umständlich erscheint.

Kompensation von Fluidkompassen.

Das bisher besprochene Verfahren führt nur zur Kompensation eines Trockenkompasses. Für Fluidkompasse könnte man nach der vorigen Methode irgendwo auf dem Schiff einen Hilfstrockenkompaß kompensieren und mit diesem dann die Fluidkompasse vergleichen. Will man aber den für den Doppelkompaß kompensierten Kompaßort für einen Fluidkompaß nachkompensieren, so sind zunächst die $\mathfrak{D}$-Kugeln weiter abzusetzen oder durch kleinere zu ersetzen, um das ermittelte $\mathfrak{D}$ richtig zu kompensieren, weil infolge der Nadelinduktion dieselben Kugeln in gleicher Lage beim Fluidkompaß viel höhere Beträge von $\mathfrak{D}$ als beim Trockenkompaß kompensieren. (Die im obigen Beispiel verwendeten 25.5 cm-Kugeln in 355 mm Abstand, die beim Trockenkompaß 7.0° D kompensieren, würden beim großen Fluidkompaß der Kaiserl. Marine 11.8° kompensieren und dieselben Kugeln beseitigen bei einer Richtkraft $\lambda = 0.7$ in 325 mm Rosenentfernung beim Trockenkompaß 10° D, beim großen Fluidkompaß aber 25.7° D.) Durch die Versetzung der Kugeln geht nun die Kompensation von $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{C}$ wieder teilweise verloren, weil die Induktion der Längs- und Quermagnete auf die $\mathfrak{D}$-Kugeln abnimmt. Man muß also nach dem Versetzen der Kugeln wieder nach einem Hilfskompaß auf jenen Kurs gehen, wo der Trockenkompaß Nord anlag, und nun durch Verschieben der Quermagnete auch den Fluidkompaß auf Nord bringen und dann die analoge Operation auf Ostkurs ausführen.

Sollen aber schon bei der Kompensation mit dem Doppelkompaß die Kugeln so gesetzt werden, wie es für einen Fluidkompaß richtig ist, so wäre $\mathfrak{D}$ für den Doppelkompaß nur zum Teil kompensiert. Sieht man z. B. aus den Tabellen im »Lehrbuch der Navigation«, Bd. I, S. 441 und S. 443, daß eine bestimmte Anordnung von $\mathfrak{D}$-Kugeln für den Fluidkompaß einen Betrag $\mathfrak{D}$, für den Trockenkompaß aber nur $\mathfrak{D}_e$ kompensiert, so darf man annähernd $\mathfrak{D}_e$ als auf Feldinduktion

und $\mathfrak{D} - \mathfrak{D}_e = \mathfrak{D}_i$ als auf Nadelinduktion beruhend ansehen. Man kann dann rechnen, daß der der Nadelinduktion entsprechende Anteil $\mathfrak{D}_i$ der Quadrantaldeviation für den Doppelkompaß unkompensiert bleibt, so daß auf Nord- und Südkurs die Richtkraft und damit der Kosinus des halben Spreizwinkels $(1 + \mathfrak{D}_i)$-mal so groß, auf Ost und Westkurs $(1 - \mathfrak{D}_i)$ mal so groß sein muß. Kompensiert dagegen ist auch für den Trockenkompaß der Betrag $\mathfrak{D}_e$, also für ihn ist die Richtkraft im Verhältnis $\left(1 + \frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right)$ vergrößert. Die Längs- und Quermagnete sind also so einzustellen, daß auf Nord- und Südkurs ein Spreizwinkel k_{ns} entsteht, wo

$$(5) \quad \cos\frac{k_{ns}}{2} = \cos\frac{k}{2}\left(1 + \frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right)(1 + \mathfrak{D}_i),$$

und auf Ost- und Westkurs ein Spreizwinkel k_{ow}, wo

$$(6) \quad \cos\frac{k_{ow}}{2} = \cos\frac{k}{2}\left(1 + \frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right)(1 - \mathfrak{D}_i),$$

wenn $\cos\frac{k}{2} = \frac{1}{n}\Sigma\cos\frac{\psi}{2}$ nach den Beobachtungen mit dem Doppelkompaß vor Anbringen der D-Kugeln ist.

In unserm Beispiel hätte man, um $D = 7.1°$ für den Fluidkompaß zu kompensieren, zwei 21.5 cm-Kugeln in 360 mm Abstand setzen müssen. Diese würden bei einer Trockenrose nur $D_e = 4.3°$ kompensieren, so daß $D_i = D - D_e = 2.8°$, mithin $\mathfrak{D}_e = 0.075$ und $\mathfrak{D}_i = 0.049$ wird. k war (aus den ζ-Beobachtungen) $= 90.1°$ gefunden worden, so daß nach obigen Formeln $k_{ns} = 81.2°$ und $k_{ow} = 92.0°$ wird. Diese Spreizwinkel hätten also mit Hilfe der Längs- und Quermagnete auf Nord- bzw. Ostkurs erzielt werden müssen, nachdem die 21.5 cm-Kugeln saßen, um den Platz für einen Fluidkompaß zu kompensieren.

Bei großen Werten von $\mathfrak{D}$ (es kommen Werte von D über 30° vor) wird diese Methode ein aussichtsloses Unternehmen sein wegen der Ungenauigkeit, mit der der Kompensationswinkel gefunden wird. Man wird deshalb im allgemeinen eher an die Aufgabe zu denken haben, wie ein roh kompensierter Kompaßplatz mit dem Doppelkompaß nachzukompensieren sei. Nehmen wir, um uns über diesen Fall klar zu werden, an, daß am gänzlich unkompensierten Kompaßort die Richtkraft λ und die Quadrantaldeviation $\mathfrak{D}$ vorhanden gewesen sei; davon sei mit Kugeln ein Betrag $\mathfrak{D}'$ für den Fluidkompaß wegkompensiert, wo $\mathfrak{D}' = \mathfrak{D}'_i$ (Nadelinduktion) $+ \mathfrak{D}'_e$ (Erdinduktion) ist. Das ursprüngliche λ ist dadurch für den Fluidkompaß zu $\lambda_f = \lambda\left(1 + \frac{\mathfrak{D}'}{3}\right)$ geworden. Für den Doppelkompaß ist nur $\mathfrak{D}'_e$ kompensiert und $\lambda_d = \lambda\left(1 + \frac{\mathfrak{D}'_e}{3}\right)$ geworden. Unkompensiert bleibt für den Doppelkompaß $\mathfrak{D}_d = \mathfrak{D} - \mathfrak{D}'_e$. Dies $\mathfrak{D}_d$ wird durch die Untersuchung mit dem Doppelkompaß ermittelt. Der der vorhandenen Anordnung der $\mathfrak{D}$-Kugeln entsprechende Wert $\mathfrak{D}'_e$ kann aus der Tabelle im »Lehrbuch der Navigation«, Bd. I, S. 443, entnommen werden, falls das ursprüngliche λ annähernd bekannt ist. Hat man durch Schwingungsbeobachtungen an Land und an Bord bei der gegenwärtigen Stellung der Kugeln λ_d bestimmt, so erhält man einen genaueren Wert des ursprünglichen λ aus $\lambda = \frac{\lambda_d}{1 + \frac{\mathfrak{D}'_e}{3}}$. Aus den bekannten Werten $\mathfrak{D}_d$ und $\mathfrak{D}'_e$ ergibt sich $\mathfrak{D}_d + \mathfrak{D}'_e = \mathfrak{D}$.

Nun versetze man die $\mathfrak{D}$-Kugeln so, daß sie nach der Tabelle im »Lehrbuch der Navigation«, Bd. I, S. 441, für den Fluidkompaß beim Wert λ die Deviation $\mathfrak{D}$ kompensieren. Aus den Tabellen erkennt man die Teile von $\mathfrak{D}$, nämlich $\mathfrak{D}_i$ und $\mathfrak{D}_e$. Für den Doppelkompaß ist nach der Kugelversetzung nur $\mathfrak{D}_e$ kompensiert, $\mathfrak{D}_i$ unkompensiert und $\lambda_d = \lambda\left(1 + \frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right)$ geworden. Es wird jetzt auf den Kardinalkursen, wenn man in Gleichung (1) für λ λ_d einsetzt:

Digitized by Google

$$H'_n = F\cos\frac{\psi_n}{2} = \lambda\left(1+\frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right) H(1+\mathfrak{B}+\mathfrak{D}_i)$$

$$H'_s = F\cos\frac{\psi_s}{2} = \lambda\left(1+\frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right) H(1-\mathfrak{B}+\mathfrak{D}_i)$$

$$H'_o = F\cos\frac{\psi_o}{2} = \lambda\left(1+\frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right) H(1-\mathfrak{C}-\mathfrak{D}_i)$$

$$H'_w = F\cos\frac{\psi_w}{2} = \lambda\left(1+\frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right) H(1+\mathfrak{C}-\mathfrak{D}_i).$$

Würden diese neuen $\psi_n\ \psi_s\ \psi_o\ \psi_w$ beobachtet, so hätte man dann durch Verschieben der Längsmagnete $\mathfrak{B} = 0$ zu machen, also auf Nord- und Südkurs einen Spreizwinkel k_{ns} zu erzielen, wo

$$\cos\frac{k_{ns}}{2} = \tfrac{1}{2}\left(\cos\frac{\psi_n}{2}+\cos\frac{\psi_s}{2}\right) = \frac{\lambda H}{F}\left(1+\frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right)(1+\mathfrak{D}_i)$$

und analog auf Ost- und Westkurs einen Spreizwinkel k_{ow}, wo

$$\cos\frac{k_{ow}}{2} = \tfrac{1}{2}\left(\cos\frac{\psi_o}{2}+\cos\frac{\psi_w}{2}\right) = \frac{\lambda H}{F}\left(1+\frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right)(1-\mathfrak{D}_i) \quad \text{ist.}$$

Will man aber, ohne von neuem Spreizwinkelbeobachtungen zu machen, unmittelbar den mittleren Spreizwinkel k benutzen, der sich aus den Doppelkompaßbeobachtungen vor der letzten Versetzung der $\mathfrak{D}$-Kugeln nach der Formel $\cos\frac{k}{2} = \frac{1}{n}\Sigma\cos\frac{\psi}{2}$ ergeben hat, so hat man $\frac{\lambda H}{F} = \frac{\cos\frac{k}{2}}{1+\frac{\mathfrak{D}'_e}{3}}$ in die Gleichungen für $\cos\frac{k_{ns}}{2}$ und $\cos\frac{k_{ow}}{2}$ einzusetzen und findet:

$$(7)\qquad \cos\frac{k_{ns}}{2} = \cos\frac{k}{2}\,\frac{(1+\mathfrak{D}_i)\left(1+\frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right)}{1+\frac{\mathfrak{D}'_e}{3}}$$

$$(8)\qquad \cos\frac{k_{ow}}{2} = \cos\frac{k}{2}\,\frac{(1-\mathfrak{D}_i)\left(1+\frac{\mathfrak{D}_e}{3}\right)}{1+\frac{\mathfrak{D}'_e}{3}}.$$

In dem Spezialfall, wo bei den Doppelkompaßbeobachtungen überhaupt noch keine D-Kugeln saßen, ist $\mathfrak{D}'_e = 0$, und die Gleichungen (7) und (8) gehen in die Gleichungen (5) und (6) über. In dem andern Spezialfall, wo schon bei den Doppelkompaßbeobachtungen die Quadrantaldeviation für einen Fluidkompaß völlig beseitigt ist, ist $\mathfrak{D}'_e = \mathfrak{D}_e$ und man erhält:

$$\cos\frac{k_{ns}}{2} = \cos\frac{k}{2}(1+\mathfrak{D}_i)$$

$$\cos\frac{k_{ow}}{2} = \cos\frac{k}{2}(1-\mathfrak{D}_i).$$

Im allgemeinen Falle des Nachkompensierens eines Fluidkompasses sind also durch Doppelkompaßbeobachtungen auf den vier Kardinalkursen der mittlere Spreizwinkel k und die für den Doppelkompaß noch unkompensierte Quadrantaldeviation $\mathfrak{D}_d$ zu bestimmen. Aus $\mathfrak{D}_d$ und λ findet man unter Berücksichtigung der Konfiguration der $\mathfrak{D}$-Kugeln mit Hilfe der erwähnten Tabellen $\mathfrak{D}'_e$, ferner $\mathfrak{D} = \mathfrak{D}_d + \mathfrak{D}'_e$ und die Teile von $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{D}_i$ und $\mathfrak{D}_e$. Nun werden die Kugeln nach den Tabellen so gesetzt, daß sie für den Fluidkompaß $\mathfrak{D}$ wegkompensieren, und auf Nordkurs durch Längsmagnete der Spreizwinkel k_{ns}, auf Ostkurs durch Quermagnete der Spreizwinkel k_{ow} erzielt, die nach Gleichung (7) und (8) aus k $\mathfrak{D}_i$ $\mathfrak{D}_e$ und $\mathfrak{D}'_e$ zu berechnen sind.

Ein Landversuch zur Bestätigung der Richtigkeit vorstehender Ableitungen ist kaum durchführbar, weil zu große Eisenmassen erforderlich wären, um ein dem Schiffsfeld entsprechendes $\mathfrak{D}$ von erheblichem Betrag zu erzeugen, ohne in den Bereich der Nadelinduktion des Fluidkompasses zu geraten.

Wie man sieht, wird die praktische Kompensation mit dem Doppelkompaß ziemlich umständlich. Es kommt hinzu, daß das Ausprobieren der

Digitized by Google

richtigen Lage der Längs- und Quermagnete, um vorausberechnete Spreizwinkel des Doppelkompasses zu erzielen, recht zeitraubend ist, auch wenn man nach Herrn Bidlingmaiers Vorschlag nur zuerst so einstellt, daß ein zu kleiner, dann so, daß ein zu großer Spreizwinkel entsteht, und endlich die Lage der Magnete interpoliert. Eine weitere Komplikation liegt in der Forderung, das Schiff auf den betreffenden Kompaßkursen für den Ort des Doppelkompasses zu halten. Eine direkte Ablesung des Kompaßkurses am Doppelkompaß ist schwierig, besonders, wenn gleichzeitig der Spreizwinkel verändert werden soll. Man muß also einen Hilfskompaß benutzen, für den durch Vergleich diejenigen Kompaßkurse festzustellen sind, die den äquidistanten Kompaßkursen eines am Ort des Doppelkompasses sitzenden Trockenkompasses entsprechen.

Differenzmethode der Deviationsbestimmung.

Alle die erläuterten Umständlichkeiten lassen es sehr zweifelhaft erscheinen, ob der Doppelkompaß als Kompensationsmittel nach den besprochenen Methoden eine Zukunft haben kann. Dagegen dürfte die Deviationskontrolle nach der von Herrn Dr. Bidlingmaier auf S. 211 a. a. O. mitgeteilten Differenzenmethode wohl Verwendung finden können, nach der aus den beobachteten Spreizwinkeln ψ_1 und ψ_2 auf zwei benachbarten Kompaßkursen ζ'_1 und ζ'_2 sich für den mittleren Kurs die Deviation $(\delta - A)$ berechnet als:

$$(9) \qquad (\delta - A) = 28.65^\circ \operatorname{tg} \frac{\psi_1 + \psi_2}{4} \cdot \frac{\psi_2 - \psi_1}{\zeta'_2 - \zeta'_1},$$

wo A die konstante Deviation am Doppelkompaßort ist.

Versuch an Land.

Bei einem Landversuch, den ich nach dieser Methode in der Werkstätte der Firma Bamberg in Friedenau im November 1907 ausgeführt habe, wurde eine halbkreisige Deviation erzeugt durch einen Längsmagnet 113 cm und zwei Quermagnete 101 cm unter der Rosenmitte, die nach Beobachtungen an einem Trockenkompaß den Koeffizienten $B = 3.11^\circ$ und $C = -7.10^\circ$ entsprach. Mit dem Doppelkompaß bei 153 mm vertikalem Rosenabstand wurden die in Tab. I stehenden Beobachtungsergebnisse erhalten. Darin ist ζ der magnetische Kurs, ζ' der zugehörige Kompaßkurs, und zwar ζ'_T nach dem Trockenkompaß, ζ'_D nach dem Doppelkompaß als Mittel der vier Kursablesungen an der oberen und der unteren Rose bei Spreizung in beiden Sinnen. δ_D die Deviation, nach Gl. 9 berechnet aus dem Mittel der Spreizwinkel ψ, der durch Klammern verbundenen Kurse, die nach dem Vorschlag von Herrn Dr. Bidlingmaier etwa um $\Delta\zeta' = 1$ Strich auseinanderliegen. δ_T ist die Deviation für das Mittel der magnetischen, δ'_T für das Mittel der Kompaßkurse nach dem Trockenkompaß, $(\delta_D - \delta_T)$ der Fehler unserer Bestimmung nach der neuen Methode:

Tabelle I.

Lfde. Nr.	ζ	ζ'_T	ζ'_D	ψ	δ_D	δ_T	δ'_T	$(\delta_D - \delta_T)$	$\Delta\zeta'$	$\Delta\psi$	δ	$(\delta - \delta_T)$
1	347.4	355.3	354.4	85.96	−4.15	-7.6	−7.6	+3.45	9.34	−1.47	−6.22	+1.38
2	357.4	4.9	3.7	84.49								
3	34.7	38.7	38.0	76.48	−4.12	−3.2	−3.3	−0.92	10.85	−1.90	−2.62	+0.58
4	47.7	50.2	48.8	74.58								
5	86.1	83.9	83.0	73.08	+5.19	+3.1	+2.7	+2.09	10.77	+2.58	+3.84	+0.74
6	99.1	95.5	93.7	75.66								
7	134.9	127.8	126.5	82.85	+5.23	+7.5	+7.4	−2.27	12.70	+2.57	+6.78	−0.72
8	148.8	141.1	139.2	85.42								
9	181.9	173.8	172.2	96.16	+7.72	+7.9	+7.9	−0.18	12.55	+2.96	+9.81	+1.91
10	193.9	186.6	184.7	99.12								
11	260.9	263.0	264.9	106.66	−4.04	−3.7	−3.7	−0.34	16.78	−1.79	−2.75	+0.95
12	278.9	283.8	281.7	104.87								
Mittel absolut								1.55	12.16			(0.46)

Digitized by Google

Die Fehler $(\delta_D - \delta_T)$ schwanken zwischen $-2^1/_4{}^\circ$ und $+3^1/_2{}^\circ$, so daß die Methode wenig zuverlässig zu sein scheint. Den Grund hierfür zeigt ein Blick auf die Berechnungsformel:

$$\delta = 28.65^\circ \operatorname{tg} \frac{\psi}{2} \cdot \frac{\Delta \psi}{\Delta \zeta'} \cdot {}^{1)} \quad [A = 0 \text{ gesetzt.}]$$

Bei der Größe des Faktors 28.65 macht ein kleiner Fehler in den beobachteten Werten $\Delta \psi$ und $\Delta \zeta'$ schon sehr viel für δ aus, besonders bei kleinen Werten von $\Delta \zeta'$ und $\Delta \psi$. Ändern wir $\Delta \psi$ nur um $^1/_2{}^\circ$, $\Delta \zeta'$ nur um 1°, so wird beispielsweise für

$$\psi = 90^\circ \text{ und } \Delta \psi = 1.75^\circ \qquad \Delta \zeta' = 10^\circ : \delta = 5.01^\circ$$

aber für

$$\Delta \psi = 1.25^\circ \qquad \Delta \zeta' = 11^\circ : \delta = 3.25^\circ.$$

So verwandeln sich die δ_D in Tabelle I, wenn man nur $\Delta \psi$ um $^1/_2{}^\circ$, $\Delta \zeta'$ um 1° ändert, in die Werte δ, und die Fehler $(\delta - \delta_T)$ erhalten entweder bereits entgegengesetztes Vorzeichen wie $(\delta_D - \delta_T)$ oder werden doch viel kleiner.

Dies legt den Gedanken nahe, daß man bei Benutzung von je zwei Kursen, die viel weiter als 1 Strich voneinander liegen, zu wesentlich besseren Resultaten kommen könne. Allerdings erscheint es ja zweifelhaft, ob dann die Differentialformel (9) noch gelten kann. Die Zusammenstellung in Tabelle II, die die Beobachtungen je zweier Kurse kombiniert, die um 30° bis 80° auseinanderliegen, zeigt aber, daß man so in der Tat zu brauchbaren Werten δ kommt. Die Fehler $(\delta_D - \delta_T)$ gehen unter den 16 benutzten Kombinationen nur 6 mal über $^1/_2{}^\circ$ und nur 3 mal wenig über 1° hinaus, obwohl die zu bestimmenden Deviationen zwischen -8° und $+8^\circ$ und die Richtkräfte etwa im Verhältnis 2 : 3 schwanken. Die Kombinationen aus Tab. I sind in Tab. II nach der Größe von $\Delta \zeta'$ geordnet:

Tabelle II.

Kombination nach lfdn. Nrn. aus Tab. I	$\Delta \zeta'$	$\Delta \psi$	ψ	δ_D	δ_T	$\delta_D - \delta_T$	Mittel ζ
6 und 7	32.73	+ 7.19	79.25	+ 5.21	+ 5.6	— 0.39	117.0
8 « 9	33.00	+ 10.14	90.79	+ 9.45	+ 8.3	+ 1.15	165.4
4 « 5	34.11	— 1.50	73.83	— 0.95	— 0.1	— 0.85	66.9
2 « 3	34.26	— 8.01	80.48	— 5.67	— 6.1	+ 0.43	16.1
5 « 7	43.50	+ 9.77	77.96	+ 5.21	+ 5.0	+ 0.21	110.5
1 « 3	43.60	— 9.48	81.22	— 5.34	— 6.6	+ 1.26	11.1
4 « 6	44.88	+ 1.08	75.12	+ 0.53	+ 0.7	— 0.17	73.4
2 « 4	45.11	— 9.91	79.54	— 5.24	— 5.4	+ 0.16	22.5
6 « 8	45.43	+ 9.76	80.54	+ 5.21	+ 6.3	— 1.09	124.0
8 « 10	45.55	+ 13.70	92.27	+ 8.96	+ 8.3	+ 0.66	171.4
7 « 9	45.70	+ 13.31	89.56	+ 8.28	+ 8.1	+ 0.18	158.4
1 « 4	54.45	— 11.38	80.27	— 5.05	— 5.9	+ 0.85	17.5
3 « 6	55.73	— 0.82	76.07	— 0.33	— 0.1	- 0.23	66.9
7 « 10	58.25	+ 16.27	90.98	+ 8.14	+ 8.2	— 0.06	164.4
12 « 1	72.71	— 18.91	95.42	— 8.19	— 7.8	— 0.39	313.1
10 « 11	80.20	+ 7.54	102.83	+ 3.38	+ 3.2	+ 0.18	227.4
Mittel absolut	48.08					0.52	

Das Mittel des Fehlers ist ohne Rücksicht auf das Vorzeichen für

$$30 < \Delta \zeta' < 40 \quad 0.70$$
$$40 < \Delta \zeta' < 50 \quad 0.65$$
$$\Delta \zeta' > 50 \quad 0.36.$$

Diese erstaunliche Brauchbarkeit der Differentialformel für so große Werte von $\Delta \zeta'$ wird begreiflich, wenn man bedenkt, daß nur eine halbkreisige Deviation vorhanden ist, so daß die Deviationskurve in bezug auf den Winkel wie auf die Richtkraft nur einen Hin- und Hergang darstellt und die Änderungen dieser beiden Größen bei 30° bis 60° Kursänderung entweder nahezu linear verlaufend oder ziemlich klein sind.

Die Vorschrift von Herrn Dr. Bidlingmaier auf S. 211 a. a. O. braucht also nur dahin abgeändert zu werden, daß die Beobachtungen

[1]) Vgl. auch Fr. Lauffer a. a. O. S. 175.

Digitized by Google

auf zwei Kursen zu machen sind, die von dem zu kontrollierenden Kurse nach rechts und links statt etwa $^1/_2$ Strich etwa $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Strich abliegen, um brauchbare Resultate erhoffen zu lassen.

Versuch an Bord.

An Bord wurde ein Versuch dieser Art auf S. M. S. »München« am 23. März 1908 vom Verfasser unter Beteiligung von Herrn Bidlingmaier ausgeführt.

Der Doppelkompaß war durch die Kaiserliche Werft Kiel am Ort des Regelkompasses aufgestellt worden, wo das vorhandene D von 3° durch zwei 17.5 cm-Kugeln wegkompensiert war. Zur Feststellung der magnetischen Kurse diente der Peilkompaß, dessen geringe Deviationen bekannt waren.

Es wurden ein Mittelkurs (2) und zwei Seitenkurse (1) und (3) gefahren, die vom ersteren etwa 2 Strich ablagen. Auf jedem dieser Kurse, der nach dem Peilkompaß laufend kontrolliert wurde, machte man am Doppelkompaß eine größere Reihe (wenigstens je 10) Ablesungen der folgenden 4 Elemente:

1. Spiegelbild des Nordfadens der oberen Rose auf der unteren (n_o, n_w)
2. « « Südfadens « « « « « « (s_o, s_w)
3. Kurs der oberen Rose (o_o, o_w)
4. « « unteren « (u_o, u_w).

Die Indices o und w bedeuten, daß diese Ablesungen sowohl bei der Lage: obere Rose nach Ost abgelenkt (Index o), wie bei der Lage: obere Rose nach West abgelenkt (Index w) gemacht wurden. Aus den Mitteln dieser Ablesungen ergibt sich der Kompaßkurs ζ' am Ort des Doppelkompasses und der Spreizwinkel ψ der beiden Rosen, wo ψ_K der Wert nur nach Kursablesungen, ψ_F nur nach Fadenablesungen sei, nach den Formeln:

$$(10)\qquad \zeta' = \frac{1}{2}\left[\frac{o_o + u_o}{2} + \frac{o_w + u_w}{2}\right]$$

$$(11)\qquad \psi_K = \frac{1}{2}\left[(u_o + o_o) + (o_w - u_w)\right]$$

$$(12)\qquad \psi_F = \frac{1}{2}\left[\frac{n_o + (s_o - 180)}{2} + \frac{(360 - n_w) + (180 - s_w)}{2}\right].$$

(Von den beiden Ablesungen o_o und u_o bzw. o_w und u_w muß die eine um 360° vergrößert oder verkleinert werden, wenn der Steuerstrich zwischen die Nordstriche der beiden Rosen fällt.)

Die Gruppe I solcher Beobachtungen wurde etwa auf den Kursen NO, ONO, O ausgeführt, während der Doppelkompaßort kompensiert war. Bei der Gruppe II auf den gleichen Kursen war am Doppelkompaßort eine kräftige, halbkreisige Deviation erzeugt worden. Und ebenso war bei der Gruppe III, die auf den Kursen WSW, W, WNW ausgeführt wurde, am Doppelkompaßort eine starke Deviation vorhanden. Die beobachteten Werte waren die folgenden:

Tabelle III.

	ζ nach dem Peilkompaß	o_o	u_o	o_w	u_w	n_o	s_o	n_w	s_w	ζ'	ψ_K			ψ_F		
											Ost	West	Mittel	Ost	West	Mittel
I	1; 45.2°	−8.2	78.4	103.9	8.2	86.3	267.0	265.7	85.0	45.6	86.6	95.7	91.2	86.6	94.7	90.6
	2; 67.9	10.1	99.8	120.2	27.6	90.3	270.6	269.4	87.8	64.4	89.7	92.7	91.2	90.4	91.4	90.9
	3; 90.4	34.2	118.0	140.9	46.3	86.1	264.9	267.1	86.1	84.8	83.8	94.6	89.2	85.5	93.4	89.4
II	1; 45.2°	−6.0	97.8	110.6	26.3	104.5	284.5	277.1	95.7	57.2	103.9	84.3	94.1	104.5	83.6	94.1
	2; 67.9	22.4	116.6	123.2	53.2	95.2	274.0	293.6	112.5	78.9	94.2	70.0	82.1	94.6	66.9	80.8
	3; 90.4	45.7	128.4	137.6	73.0	82.1	261.5	299.0	118.4	94.0	82.7	64.7	73.7	81.8	61.3	71.6
III	1; 248.1	193.5	269.5	290.5	196.5	77.0	255.8	267.7	88.8	237.2	76.0	92.8	84.4	76.4	91.8	84.1
	2; 270.4	209.2	291.2	313.5	218.6	81.9	261.3	265.7	86.9	258.2	82.0	94.9	88.5	81.6	93.7	87.7
	3; 292.6	220.7	322.6	340.2	240.3	96.7	276.3	260.4	81.8	282.4	95.9	99.9	97.9	96.5	98.9	97.7

In jeder Gruppe wird aus den Werten ζ' und ψ der Seitenkurse (1) und (3) die Deviation für einen Mittelkurs $\frac{\zeta'_1 + \zeta'_3}{2}$ berechnet nach der Formel:

$$(9)\qquad \delta - A = 28.65^\circ \frac{\psi_3 - \psi_1}{\zeta'_3 - \zeta'_1} \operatorname{tg} \frac{\psi_1 + \psi_3}{4},$$

wo A die konstante Deviation am Doppelkompaßplatz bedeutet.

Digitized by Google

Die Rechnung wurde sowohl mit den Werten ψ_K wie auch ψ_F ausgeführt (die Resultate sind durch die Indices K und F gekennzeichnet), um zu sehen, ob vielleicht auf die kompliziertere und ungewohnte Ablesung der gespiegelten Fäden ganz verzichtet werden könnte. Die am Doppelkompaß beobachteten Mittelkurse ζ'_2, die aus Tabelle III in die folgende Tabelle übernommen sind, unterscheiden sich von den Kursen $\frac{\zeta'_1 + \zeta'_3}{2}$, für die die Deviationen gelten, so wenig, daß diese angenähert auch für die Kompaßkurse ζ'_2 als gültig angesehen werden können.

Das Resultat der Rechnung ist das folgende:

Tabelle IV.

Gruppe	ζ_2 nach dem Peilkompaß	ζ'_2 (am Doppelkompaß)	$\frac{\zeta'_1+\zeta'_3}{2}$ (am Doppelkompaß)	$(\delta - A_K)$ [nach der Formel (9) berechnet]	$(\delta - A_F)$ [nach der Formel (9) berechnet]	$\delta = \zeta_2 - \zeta'_2$	A_K	A_F	$[\delta - \text{Mittel } A]$
I	67.9	64.4	65.2	— 1.4	— 0.9	+ 3.5	4.9	4.4	— 0.6
II	67.9	78.9	75.6	— 14.3	— 15.4	— 11.0	3.3	4.4	— 15.1
III	270.4	258.2	259.8	+ 8.7	+ 8.8	+ 12.2	3.5	3.4	+ 8.1

Mittel A = 4.1

Die Probe auf die Brauchbarkeit der Methode liegt in der Kontrolle der Konstanz der so ermittelten Werte A. In der Tat weichen sie nicht mehr als 0.8° von ihrem Mittel ab, obwohl die Werte $(\delta - A)$ rund um 23° schwanken. Kennt man also A, das für eine bestimmte Aufstellung des Doppelkompasses konstant ist, so kann man, wie auch B und C sich ändern mögen, nach dieser Methode δ und damit den magnetischen Kurs $\zeta = \zeta'_2 + \delta$ bis auf etwa 1° genau bestimmen, wodurch die Deviation jedes auf dem Mittelkurs abgelesenen Kompasses ermittelt ist. Das Resultat nach Kursablesungen allein (Index K) ist nur wenig schlechter als das nach den schwierigeren Fadenablesungen (Index F). Die Unterschiede zwischen ζ'_2 und $\frac{\zeta'_1 + \zeta'_3}{2}$ aber zeigen, daß Kursablesungen am Doppelkompaß auch auf dem mittleren Kurs gemacht werden müssen; man kann zur Berechnung von ζ_2 nicht an Stelle von ζ'_2 $\frac{\zeta'_1 + \zeta'_3}{2}$ einsetzen.

Will man die berechneten $(\delta - A)$, die eigentlich für den Kompaßkurs $\frac{\zeta'_1 + \zeta'_3}{2}$ gelten, genauer auf den Kurs ζ'_2 reduzieren, für den man sie braucht, so kann dies mit unserem Beobachtungsmaterial geschehen, indem man nach derselben Methode in jeder Gruppe die für die Kompaßkurse $\frac{\zeta'_1 + \zeta'_2}{2}$ oder $\frac{\zeta'_2 + \zeta'_3}{2}$ geltenden $(\delta - A)$ berechnet, und dann aus ihnen zusammen mit den für $\frac{\zeta'_1 + \zeta'_3}{2}$ gefundenen Werten die Deviation $(\delta - A)$ für den Kurs ζ'_2 interpoliert. In der Tat wird so eine weitere kleine Verbesserung erreicht. Man findet aus den Beobachtungen F:

Gruppe	Für Kurs	$(\delta - A_F)$	Interpoliert für ζ'_2	Interpoliert für $(\delta - A_F)$	A_F	$(\delta - \text{Mittel } A_F)$
I	$\frac{\zeta'_1 + \zeta'_2}{2} = 55.0$	+ 0.45°	64.4	— 0.8	4.3	— 0.6
II	$\frac{\zeta'_2 + \zeta'_3}{2} = 86.45$	— 13.71°	78.9	— 11.9	3.9	— 15.1
III	$\frac{\zeta'_1 + \zeta'_2}{2} = 247.7$	+ 4.53°	258.2	+ 8.2	4.0	+ 8.1

also eine sehr gute Konstanz für A_F.

Verzichtet man auf die Fadenablesungen und beschränkt sich auf die Kursablesungen, so wird eine solche Deviationskontrolle etwa ½ Stunde Zeit kosten.

Digitized by Google

Unsere Beobachtungen, die ja die doppelte Anzahl Ablesungen enthielten, dauerten bei Gruppe I 41, Gruppe II 49, Gruppe III 41 Minuten.

Am zeitraubendsten ist das Umschlagen der Rosen, weil bei ihm die Rosen in starke Schwingungen geraten, die mit Hilfe der Arretierung zu dämpfen der Beobachter lernen muß. Freilich schwingen auch nach dem Dämpfen die Rosen oft stark hin und her. Man muß sich dadurch aber nicht irre machen lassen, sondern getrost gleichmäßig weiter ablesen. Das Mittel auch aus stark voneinander abweichenden Einzelablesungen wird genau genug werden. Bei unseren Beobachtungen unterschieden sich die extremen Kursablesungen an derselben Rose in einem Satz durchschnittlich um etwa 9° und gingen in einem extremen Fall, wo wir deshalb je 20 Einzelablesungen machten, bis an 30° heran. Bei großer Inhomogenität des Feldes kann es vorkommen, daß das Umschlagen überhaupt nicht gelingt. Das Mittel, diesem Versager vorzubeugen, ist Verkleinerung des Vertikalabstandes der beiden Rosen; doch muß dieser während aller Beobachtungen einer Kurskontrolle der gleiche sein. Der Gang einer solchen wäre dann der folgende:

a) **Backbord-Kurs** (1), (etwa 2 Strich backbords vom Hauptkurs), etwa 10 Minuten zu fahren. Bei Rosenlage Ost abwechselnd etwa je 12 Ablesungen; Kurs an der oberen und Kurs an der unteren Doppelkompaßrose. Mittel dieser Ablesungen o_o (1) und u_o (1).

Dasselbe bei Rosenlage West. Mittel der Ablesungen o_w (1) und u_w (1).

Daraus ζ'_1 und ψ_1 nach den Formeln 10 und 11.

b) **Steuerbord-Kurs** (3), (etwa 2 Strich steuerbords vom Hauptkurs), etwa 10 Minuten zu fahren. Ablesungen wie vorher, zunächst bei Rosenlage West, Mittel dieser Ablesungen o_w (3) und u_w (3).

Dasselbe bei Rosenlage Ost. Mittel dieser Ablesungen o_o (3) und u_o (3).

Daraus ζ'_3 und ψ_3 nach den Formeln 10 und 11.

c) **Hauptkurs** (2), Ablesungen wie vorher, zunächst bei Rosenlage Ost, Mittel dieser Ablesungen o_o (2) und u_o (2); dann dasselbe bei Rosenlage West, Mittel der Ablesungen o_w (2) und u_w (2).

Daraus ζ'_2 (und eventuell ψ_2) nach der Formel 10 (bzw. 11).

Zugleich ist auf dem Hauptkurs der Kompaßkurs des zu kontrollierenden Kompasses als Mittel wiederholter Ablesungen zu bestimmen $= \zeta'_2$ (P).

Nun wird berechnet:

$$(\delta - A) = 28.65 \frac{\psi_3 - \psi_1}{\zeta'_3 - \zeta'_1} \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_1 + \psi_3}{4}$$

(eventuell kann dieser Wert mit Zuhilfenahme von ψ_2 noch verbessert werden) und der magnetische Kurs $\zeta = \zeta'_2 + A + (\delta - A)$, wo A, die konstante Deviation des Doppelkompasses, bekannt sein muß.

Gelegenheit zur Verwendung dieser Methode ist gegeben, wenn bei lange Zeit unsichtigem Wetter ungefähr der gleiche Kurs lang zu fahren ist, und man Zeit hat, etwa je 10 Minuten zwei Kurse zu fahren, die vom Hauptkurs ungefähr 2 Strich nach beiden Seiten abliegen. Rechnung und Beobachtung sind einfach, nur muß der Beobachter Übung im Umschlagen der Doppelkompaßrosen haben. Voraussetzung ist, daß am Doppelkompaßort D für einen Trockenkompaß kompensiert und A bekannt ist.

Digitized by Google

Zur Frage der Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen.

Von Dr. **H. Meldau**, Oberlehrer an der Seefahrtschule in Bremen.

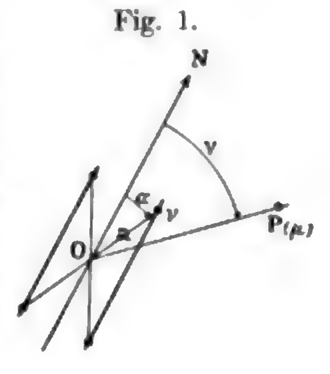
1. Einleitung.

Für die Untersuchung der Nadelsysteme von Kompaßrosen sind in den beiden letzten Jahrgängen dieser Zeitschrift verschiedene Methoden diskutiert und für die Praxis in Vorschlag gebracht worden. Die folgenden Ausführungen sind zur Klärung der dabei hervorgetretenen Meinungsverschiedenheiten bestimmt.

Störungsglieder des Deviationsverlaufes, besonders in Gestalt von sechstel- und achtelkreisigen Ablenkungen können einmal darin ihren Grund haben, daß die Nadeln nicht unendlich klein sind im Verhältnis zu der Entfernung der nächsten festen oder erdmagnetisch induzierten Magnetpole. Wenn zwischen den Nadelpolen und den D-Korrektoren Nadelinduktion stattfindet, so können achtelkreisige Ablenkungen außerdem dadurch entstehen, daß das aus der Nadelinduktion entspringende Drehmoment unmittelbar mit achtelkreisigen Gliedern behaftet ist.

Von den Störungen, die in der Nähe fester und erdmagnetisch induzierter Pole ihre Ursache haben, soll zunächst die Rede sein. Sie sind der Rechnung leichter und sicherer zugänglich, als die durch Nadelinduktion bewirkten Ablenkungen.

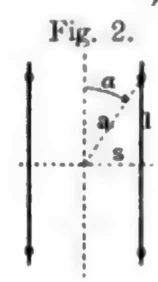
Fig. 1.



Die theoretische Untersuchung der durch die Nadellänge erzeugten Störungen hat auszugehen von dem Drehmoment eines Magnetpoles auf das Nadelsystem. Es sei, wie in der Figur 1 angedeutet, a der Halbmesser, α der Konstruktionswinkel eines Zweinadelsystems von der Polstärke ν; O N sei die Richtung der magnetischen Achse des Rosensystems. In P sei ein Pol von der Masse μ vorhanden. Es werde O P mit r und der Winkel NOP mit v bezeichnet. Dann ist das vom Magnetpol in P auf das Rosensystem ausgeübte Drehmoment[1])

$$(1)\quad \Delta = \frac{4\,\mu\,\nu\,a\cos\alpha}{r^2}\left\{\left(1+\frac{3}{8}\frac{a^2}{r^2}+\frac{15}{64}\frac{a^4}{r^4}\dots\right)\sin v+\left(\frac{15}{8}\frac{a^2}{r^2}+\frac{105}{128}\frac{a^4}{r^4}\dots\right)\frac{\cos 3\alpha}{\cos\alpha}\cdot\sin 3v + \left(\frac{315}{128}\frac{a^4}{r^4}\dots\right)\frac{\cos 5\alpha}{\cos\alpha}\cdot\sin 5v\dots\right\}$$

Fig. 2.



Beschränken wir uns zunächst auf die Störungsglieder erster Ordnung und bezeichnen das magnetische Moment des Nadelpaares $4\,\nu\,a\cos\alpha$ (s. Figur 2) mit m, so haben wir als Drehmoment des Zweinadelsystems

$$(2)\quad \Delta_2 = \frac{\mu\,m}{r^2}\left\{\left(1+\frac{3}{8}\frac{a^2}{r^2}\right)\cdot\sin v+\frac{15}{8}\frac{a^2}{r^2}\frac{\cos 3\alpha}{\cos\alpha}\cdot\sin 3v\right\}.$$

2. Verhalten des Nadelsystems gegenüber festen Polen.

Wenn P ein fester Pol, also μ konstant ist, so enthält das Drehmoment demnach außer dem halbkreisigen noch ein sechstelkreisiges Glied. Um dieses zum Verschwinden zu bringen, hat man $\cos 3\alpha = 0$, also $\alpha = 30°$ zu wählen. Die praktische Erfüllung dieser theoretischen Forderung wird dadurch erschwert, daß man die Lage der Pole in den Rosennadeln a priori nicht exakt wissen kann. Die Entfernung der Pole vom Nadelende ist bei verschiedenen Nadeln ein verschiedener Bruchteil der Nadellänge. So liegen bei dünnen Nadeln die Pole den Enden verhältnismäßig näher als bei stärkeren. Auch für geometrisch gleiche Nadeln ist die Polentfernung immer noch abhängig von der Größe des magnetischen Momentes. Ich habe deshalb vorgeschlagen, zur praktischen Untersuchung der Kompaßrosen auf Freisein von sechstelkreisigen Störungen die Kompaßrose einer experimentellen Prüfung mittels einer »sextantalen Pol-

---

[1]) Siehe etwa »Ann. d. Hydr. usw.« 1907 S. 23.

Digitized by Google

anordnung« zu unterziehen. Darunter soll eine Anordnung fester Magnetpole in der Nähe des Kompasses verstanden werden, die eine eventuell vorhandene sechstelkreisige Störung möglichst stark in die Erscheinung treten läßt. Als solche Anordnungen empfehlen sich: Drei gleichnamige und gleichstarke Pole in gleicher Entfernung vom Rosenmittelpunkt in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks oder dieselben Pole in Verbindung mit drei analogen ungleichnamigen Polen in den Ecken eines kongruenten Dreiecks, das mit jenem zusammen ein reguläres Sechseck bildet. Beide Anordnungen haben den großen Vorzug, daß sich die halbkreisigen Ablenkungen gerade gegenseitig kompensieren, so daß die Rose beim Drehen der Polanordnung um den Rosenmittelpunkt bei Abwesenheit sextantaler Störungen ruhig liegen bleibt, während sich deren Anwesenheit scharf durch periodische sechstelkreisige Bewegungen nach rechts und links zu erkennen gibt.

Das Gesagte findet unverändert Anwendung im Falle eines Nadelsystems, das aus n Nadelpaaren zusammengesetzt ist. Das Gesamt-Drehmoment auf ein solches Nadelsystem ist die Summe der auf die einzelnen Nadelpaare ausgeübten Momente:

$$\Delta_{2n} = \frac{\mu}{r^2}\left\{\sum_1^n m\left(1 + \frac{3}{8}\frac{a^2}{r^2}\right)\cdot \sin v + \sum_1^n m \frac{15}{8}\frac{a^2}{r^2}\frac{\cos 3\alpha}{\cos\alpha}\cdot \sin 3v\right\} \tag{3}$$

Wenn wir $\sum\limits_1^n m$ als Gesamtmoment des Nadelsystems mit M bezeichnen und zur Abkürzung setzen[1])

$$\sum_1^n \frac{m a^2}{M} = \sum_1^n \frac{m(l^2 + s^2)}{M} = \varepsilon^2$$

$$\sum_1^n \frac{m a^2}{M}\cdot\frac{\cos 3\alpha}{\cos\alpha} = \sum_1^n \frac{m a^2}{M}(4\cos^2\alpha - 3) = \sum_1^n \frac{m a^2}{M}(\cos^2\alpha - 3\sin^2\alpha) = \sum_1^n \frac{m(l^2 - 3s^2)}{M} = \eta$$

so ist

$$\Delta_{2n} = \frac{\mu M}{r^2}\left\{\left(1 + \frac{3}{8}\frac{\varepsilon^2}{r^2}\right)\cdot \sin v + \frac{15}{8}\frac{\eta}{r^2}\cdot \sin 3v\right\}. \tag{4}$$

Theoretisch verschwindet das sextantale Glied, wenn

$$\eta = \sum_1^n \frac{m(l^2 - 3s^2)}{M} = 0$$

ist.[2])

Die experimentelle Prüfung des Nadelsystems auf das Verschwinden des Koeffizienten von sin 3 v ist dieselbe wie oben beschrieben. Sie ist hier umsomehr am Platze, als die Konstruktion des Nadelsystems auf Grund der theoretischen Forderung nicht nur die Kenntnis der Polabstände l sondern auch die des Momentes jedes Einzel-Nadelpaares verlangt.

Der Pol P war bisher in gleicher Höhe mit dem Nadelsystem liegend vorausgesetzt. Die an das Nadelsystem zu stellenden Forderungen bleiben dieselben, wenn der Pol sich in einer höher oder tiefer liegenden Parallelebene bewegt und ebenso wenn statt eines Poles irgend eine Anzahl solcher wirksam ist.[3])

---

1) Die Bezeichnung ist in Übereinstimmung mit der in »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 175 gebrauchten gewählt.

2) Vgl. die in voriger Anmerkung zitierte Stelle und »Ann. d. Hydr. usw.« 1904, S. 34.

Für die Viernadelrose wird von Smith und Evans London Phil. Trans. 1861 abgeleitet, daß $\cos 3\frac{\alpha + \alpha'}{2} = 0$, also $\frac{\alpha + \alpha'}{2} = 30°$ sein muß. Dieses gilt für den Fall, daß das Moment jedes Nadelpaares proportional der Nadellänge ist, und daß die Pole auf einem Kreise liegen. Für

$$m = c \cdot l = c \cdot a \cdot \cos\alpha$$

geht in der Tat, wenn a für beide Nadelpaare denselben Wert hat, die Bedingung $\eta = 0$ über in $\cos 3\alpha + \cos 3\alpha' = 0$ oder $\cos 3\frac{\alpha + \alpha'}{2}\cdot\cos 3\frac{\alpha - \alpha'}{2} = 0$. Die oben aufgeschriebene Bedingungsgleichung ist demnach viel allgemeiner.

3) A. Smith und F. J. Evans, Phil. Trans. Roy. Soc. 1861.

Digitized by Google

Auf die im magnetischen Meridian festgehalten gedachte Nadel übt die magnetische Längsschiffskraft $c \cdot tg\, \theta + \frac{P}{H}$ ein Drehmoment proportional zu $\sin \zeta$ aus. Für ein Nadelsystem, für das am Lande $\eta = 0$ gefunden wurde, kann dieses Drehmoment durch die Längsschiffsmagnete annulliert, also die aus ihm entspringende Deviation restlos kompensiert werden.

Das Gleiche gilt für die Querschiffskraft und die Querschiffsmagnete.

Mit den festen Polen der Längs- und denen der Querschiffsmagnete auf gleicher Stufe steht der durch Vertikalinduktion in einer etwa vorhandenen Flindersstange entstehende Pol, da er während der Rundschwaiung ebenso wie jene unveränderlich ist.

3. Verhalten des Nadelsystems gegenüber den Polen, die durch Horizontalinduktion entstehen.

Wie verhält sich ein Nadelsystem, charakterisiert durch die Größen ε^2 und η, gegenüber den Polen, die durch Horizontalinduktion in einem D-Korrektor erzeugt werden?

Zur Vereinfachung der Schreibweise werde in der Formel (4)

$$\frac{1}{r^2}\left(1 + \frac{3}{8}\frac{\varepsilon^2}{r^2}\right) = f_1\,; \qquad \frac{1}{r^2} \cdot \frac{15}{8}\frac{\eta}{r^2} = f_3$$

gesetzt, so daß das Drehmoment die Form annimmt

(5) $$\varDelta = M \mu\, (f_1 \sin v + f_3 \sin 3\, v)\,.$$

Der Punkt P sei jetzt nicht mehr der Sitz eines festen Poles, sondern des einen Poles eines D-Korrektors vom reinen e-Typus. Die Richtung des induzierenden Feldes bilde einen Winkel γ mit der Nordrichtung der Rose, wie dies in der Figur 3 angedeutet ist.

Fig. 3.

Bei der Untersuchung des Nadelsystems an Land hat die induzierende Intensität eine im Raume konstante Richtung und Größe und es ist zu setzen

(6) $$\mu = c\, H \cos (v + \gamma)$$

wo c einen Proportionalitätsfaktor bedeutet.

Das Drehmoment erhält demnach den Wert

$$\varDelta = M\, c\, H\, (f_1 \sin v \cos v \cos \gamma - f_1 \sin v \sin v \sin \gamma + f_3 \sin 3v \cos v \cos \gamma - f_3 \sin 3v \sin v \sin \gamma)\,.$$

Da

$$2 \sin v \cos v = \sin 2\, v \quad ; \quad -2 \sin v \sin v = \cos 2\, v - 1$$
$$2 \sin 3\, v \cos v = \sin 4\, v + \sin 2\, v \quad ; \quad -2 \sin 3\, v \sin v = \cos 4\, v - \cos 2\, v$$

ist, so nimmt das Drehmoment, nachdem man geordnet, die Gestalt an

$$\varDelta = \tfrac{1}{2} M\, c\, H \left\{ \left[(f_1 + f_3) \sin 2\, v + f_3 \sin 4\, v \right] \cos \gamma + \left[-f_1 + (f_1 - f_3) \cos 2\, v + f_3 \cos 4\, v \right] \sin \gamma \right\}.$$

Der zweite Pol P′ des Korrektors I gibt zu einem entsprechenden Drehmoment

$$\varDelta' = \tfrac{1}{2} M\, c\, H \left\{ \left[(f'_1 + f'_3) \sin 2\, v + f'_3 \sin 4\, v \right] \cos \gamma + \left[-f'_1 + (f'_1 - f'_3) \cos 2\, v + f'_3 \cos 4\, v \right] \sin \gamma \right\}$$

Veranlassung, das zu $\varDelta$ zu addieren ist. Ist außerdem noch ein zweiter gleicher Korrektor II im Azimut $v + 180°$ vorhanden, so verdoppelt sich der Wert und wir haben als Drehmoment von zwei solchen Korrektoren

(7) $$\varDelta_{2K} = M\, c\, H \left\{ \left[(g_1 + g_3) \sin 2\, v + g_3 \sin 4\, v \right] \cos \gamma + \left[-g_1 + (g_1 - g_3) \cos 2\, v + g_3 \cos 4\, v \right] \sin \gamma \right\}$$

wo $f_1 + f'_1 = g_1$, $f_3 + f'_3 = g_3$ gesetzt ist.

Der Koeffizient g_3 verschwindet mit η und umgekehrt.

Stellen wir zur Untersuchung der Rose noch einen dritten und vierten ebensolchen Korrektor in den Azimuten $v + 90°$ und $v + 270°$ auf, so liefern diese

$$\varDelta'_{2K} = M\, c\, H \left\{ \left[-(g_1 + g_3) \sin 2\, v + g_3 \sin 4\, v \right] \cos \gamma + \left[-g_1 - (g_1 - g_3) \cos 2\, v - g_3 \cos 4\, v \right] \sin \gamma \right\}$$

Das Gesamtdrehmoment ist demnach

(8) $$\varDelta_{4K} = \varDelta_{2K} + \varDelta'_{2K} = 2\, M\, c\, H \left\{ g_3 \sin 4\, v \cos \gamma + \left[-g_1 + g_3 \cos 4\, v \right] \sin \gamma \right\}$$

Digitized by Google

Drehen wir die Korrektoranordnung um den Rosenmittelpunkt bei beliebig gewähltem Wert von γ — am einfachsten also bei $\gamma = 0$ — so kann aus dem Ruhigbleiben der Rose auf die Konstanz dieses Drehmomentes, also auf $g_3 = 0$ oder $\eta = 0$ geschlossen werden.[1])

Analoge Betrachtungen lassen sich für einen Korrektor vom reinen a-Typus anstellen. Sie führen zu demselben Resultat. Dieses Resultat ist deshalb auch stichhaltig für einen Korrektor, der sich auf diese beiden Typen reduzieren läßt, d. h. für den allgemeinen durch erdmagnetische Induktion wirkenden D-Korrektor. Diese Betrachtungsweise gibt uns Aufschluß über die Entstehung der achtelkreisigen Glieder im Falle eines solchen Korrektors: in Hinsicht auf das Rosensystem entspringen sie aus demselben Grunde, aus dem das sextantale Glied im Falle fester oder durch Vertikalinduktion entstandener Pole resultiert, ihr viertelkreisiger Verlauf hat gleichsam nur eine äußere Ursache, nämlich die Veränderlichkeit der wirkenden Pole während der Drehung. So ist es auch verständlich, daß die Untersuchung des Rosensystems durch den Vierkorrektorversuch gleichwertig ist der Untersuchung durch eine »sextantale Polanordnung«.

Bisher haben wir uns auf die Betrachtung der praktisch jedenfalls wichtigsten Störungsglieder erster Ordnung beschränkt. Es ist von Interesse und zur klaren Übersicht unumgänglich, auch den Einfluß der höheren Glieder zu untersuchen.

Bevor wir jedoch hierzu übergehen, soll untersucht werden, ob sich ein Nadelsystem, für das an Land $\eta = 0$ gefunden wurde, auch wenn es mit zwei Korrektoren an Bord versetzt wird, als frei von oktantalen Störungen erweisen wird.

Von Herrn Prof. Maurer ist dies in Zweifel gezogen, indem besonders darauf hingewiesen wurde, daß der Korrektor an Bord einer induzierenden Intensität ausgesetzt sei, die nicht wie beim Versuche an Land konstant sei, sondern bei der Rundschwaiung erheblichen Schwankungen nach Richtung und Größe unterliege.

In der Tat ist die Größe dieser Intensität

$$H' = \lambda H [\cos\delta + \mathfrak{D} \cos(2\zeta - \delta)]$$

ihre Richtung ist die der Nadel für den unkompensierten Kompaß, d. h. sie liegt im Winkel $\zeta' = \zeta - \delta$ gegen die Längsschiffslinie.

Dazu ist zunächst zu bemerken, daß diese nach Richtung und Stärke veränderliche Intensität außerordentlich einfache Komponenten längsschiffs und querschiffs hat. Diese sind zunächst gegeben durch

$$\begin{aligned} H' \cos\zeta' &= \lambda H [\cos\delta + \mathfrak{D} \cos(2\zeta - \delta)] \cos(\zeta - \delta) \quad \text{(längsschiffs nach vorn)} \\ -H' \sin\zeta' &= -\lambda H [\cos\delta + \mathfrak{D} \cos(2\zeta - \delta)] \sin(\zeta - \delta) \quad \text{(querschiffs nach St-B.).} \end{aligned}$$

Sie gehen aber durch Ausrechnung in die einfachen Ausdrücke

$$\begin{aligned} &(1 + a) H \cos\zeta \quad \text{(längsschiffs nach vorn)} \\ -&(1 + e) H \sin\zeta \quad \text{(querschiffs nach St-B.)} \end{aligned} \tag{9}$$

über, welche Werte man auch unmittelbar aus den Poissonschen Gleichungen ablesen kann.

Für unseren Korrektor vom e-Typus z. B. ergibt sich an Bord demnach folgendes. Auf die im magnetischen Meridian festgehalten gedachte Rose vom Moment M übt das Schiff ein Drehmoment

$$\Delta_0 = M H' \sin\delta = M . H \cdot \lambda \mathfrak{D} \sin 2\zeta \tag{10}$$

aus. Bringen wir das Korrektorpaar I und II in der üblichen Stellung querschiffs an, so haben wir zur Berechnung des Drehmomentes auf die im Meridian festgehalten gedachte Nadel zu setzen $v = \zeta + 90^\circ$, so daß das dem Pole in P entsprechende Drehmoment den Wert hat

$$\Delta = M \mu (f_1 \cos\zeta - f_3 \cos 3\zeta).$$

---

[1]) Vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1908, S. 74.

Digitized by Google

Hierin ist nach obigem zu setzen

$$\mu = -c(1+e)\,H \sin\zeta$$

so daß wir erhalten

$$\varDelta = -M\,c\,(1+e)\,H\,(f_1 \cos\zeta \sin\zeta - f_3 \cos 3\zeta \sin\zeta)$$

oder

$$\varDelta = -\tfrac{1}{2} M\,c\,(1+e)\,H\left[(f_1+f_3)\sin 2\zeta - f_3 \sin 4\zeta\right].$$

Das Gesamtmoment der Korrektoren I und II ist daher an Bord

(11) $$\varDelta_{2K} = -M\,c\,(1+e)\,H\left[(g_1+g_3)\sin 2\zeta - g_3 \sin 4\zeta\right].$$

Wenn durch die Prüfung an Land festgestellt ist, daß $g_3 = 0$ ist, so reduziert sich dieses Drehmoment auf ein mit $\sin 2\zeta$ proportionales Glied und das Rosensystem erlaubt eine Kompensation der Quadrantaldeviation, ohne daß dabei oktantale Störungen auftreten.

Analoge Betrachtungen lassen sich für einen Korrektor vom a-Typus anstellen. Sie führen zu demselben Ergebnis.

Die Befürchtung, daß im Falle der Feldinduktion ein Nadelsystem, das sich an Land bei der Untersuchung durch den Vierkorrektorversuch als fehlerfrei erwiesen hat, an Bord zu oktantalen Störungen Veranlassung geben könne, ist also völlig unbegründet.

4. Ausdehnung der Untersuchung auf Störungsglieder höherer Ordnung.

Im vorstehenden ist die Untersuchung zunächst auf die praktisch wichtigsten Störungsglieder erster Ordnung beschränkt geblieben. Ihre Ausdehnung auf die Glieder höherer Ordnung macht keine Schwierigkeit. Sie hat von dem unter (1) aufgeschriebenen Werte des Drehmomentes auszugehen.

Auch die anzuwendenden experimentellen Prüfungen liegen auf der Hand, so die Untersuchung auf das Verschwinden des Faktors von $\sin 5z$[1]) in der Formel (1) durch eine »dekantale Polanordnung«.

Setzt man wieder in

$$\varDelta = M\mu\left\{f_1 \sin v + f_3 \sin 3v + f_5 \sin 5v \ldots\right\}$$

für μ den unter (6) angegebenen Wert

$$\mu = c\,H \cos(v + \gamma)$$

ein, und entwickelt nach den Sinus und Kosinus der Vielfachen von v, so erhält man nach Summation der für die 4 Pole der Korrektoren I und II geltenden Werte:

(12) $$\varDelta_{2K} = M\,c\,H\left\{\left[(g_1+g_3)\sin 2v + (g_3+g_5)\sin 4v + (g_5+g_7)\sin 6v \ldots\right]\cos\gamma \right.$$
$$\left. + \left[-g_1 + (g_1-g_3)\cos 2v + (g_3-g_5)\cos 4v + (g_5-g_7)\cos 6v \ldots\right]\sin\gamma\right\}.$$

Stellt man noch ein zweites Korrektorenpaar im Winkel $v + 90°$ auf und addiert das entsprechende Drehmoment $\varDelta'_{2K}$ zu $\varDelta_{2K}$, so erhält man

(13) $$\varDelta_{4K} = \varDelta_{2K} + \varDelta'_{2K} = 2M\,c\,H\left\{\left[(g_3+g_5)\sin 4v + (g_7+g_9)\sin 8v \ldots\right]\cos\gamma \right.$$
$$\left. + \left[-g_1 + (g_3-g_5)\cos 4v + (g_7-g_9)\cos 8v \ldots\right]\sin\gamma\right\}.$$

Die Beobachtung bei $\gamma = 0$ gibt uns also Aufschluß darüber, ob die Summe $g_3 + g_5$ verschwindet, während die Beobachtung bei $\gamma = 90°$ zeigt, ob dasselbe für die Differenz $g_3 - g_5$ der Fall ist.[2])

---

[1]) Als theoretische Forderung für das Verschwinden dieses Koeffizienten im Falle einer Viernadelrose gaben A. Smith und F. J. Evans schon 1861 die Konstruktionswinkel $\alpha = 12°$, $\alpha' = 48°$ an. Doch dürfte das Arbeiten nach solchen theoretischen Vorschriften ohne eingehende Untersuchung über die Polabstände und die Momente jedes Nadelpaares nur von illusorischem Nutzen sein.

[2]) Die Beobachtung bei $\gamma = 90°$, die ich schon auf S. 74 des vorliegenden Jahrganges als eventuelle Erweiterung in Aussicht stellte, ist durchaus nicht »ein Versuch, auch über die Nordkomponente etwas zu erfahren«, wie Herr Prof. Maurer auf S. 129 des vorliegenden Jahrganges meint. Vgl. den Abschnitt 5 des Textes.

Verschwinden die höheren Glieder des Drehmomentes, was mit Sicherheit durch den Vierkorrektorversuch festgestellt werden kann, so reduziert sich das Drehmoment auf

$$\varDelta_{2K} = M\,c\,H\,g_1\left\{\sin 2v \cos\gamma - \sin\gamma + \cos 2v \sin\gamma\right\}.$$

(Fortsetzung der Fußnote 2 auf S. 268.)

Wird die Rose beim Vierkorrektorversuch als frei von oktantalen Störungen gefunden, so gibt sie auch, mit dem Korrektor in das durch das Schiffsfeld modifizierte Erdfeld gebracht, nicht zu solchen Veranlassung. Denn die ganze Modifikation besteht — für den Korrektor vom e-Typus — darin, daß die Querschiffskomponente der induzierenden Intensität in konstantem Verhältnis verändert ist, wie dies oben auch in Formeln zum Ausdruck gekommen ist.

Die analogen Resultate lassen sich für einen Korrektor vom a-Typus ableiten.

5. Widerlegung der Einwände, die gegen die Stichhaltigkeit der Vierkorrektormethode im Falle erdmagnetischer Induktion erhoben sind.

Herr Prof. Maurer behauptet auf S. 549 des Jahrganges 1907 dieser Zeitschrift, daß die »Vierkorrektormethode« im Falle erdmagnetischer Induktion ein ausreichendes Mittel für die Untersuchung des Charakters einer durch zwei Korrektoren erzeugten Deviation nicht bietet, und bringt auf S. 129 bis 131 des gegenwärtigen Jahrganges Gründe vor, nach denen es scheinen könnte, als sei der Beweis für Richtigkeit der Methode überhaupt nicht zu führen.

Damit nicht für einen weniger in der Sache stehenden Leser Behauptung gegen Behauptung stehe, muß ich mit einigen Worten auf diese neuerlichen Einwendungen des Herrn Prof. Maurer eingehen.

Der von Herrn Prof. Maurer in der genannten Abhandlung gewählte Weg, um über die Richtigkeit oder Unzulänglichkeit meiner Methode ins Klare zu kommen, kann nicht zu dem beabsichtigten Ziele führen. Herr Prof. Maurer sagt, daß man das auf die Kompaßnadel ausgeübte Drehmoment auffassen könne als Produkt aus dem »magnetischen Moment und einer senkrecht zur Magnetachse stehenden Feldkomponente«. Da der Vierkorrektorversuch, so meint Herr Prof. Maurer, nur über die nach magnetisch Ost gerichtete, nicht aber über die nach magnetisch Nord gerichtete Feldkomponente Auskunft gibt, so liefert er nur unvollkommenen Aufschluß über den Deviationsverlauf, für den das Verhältnis beider Feldkomponenten bekannt sein muß.[1])

Die von Herrn Prof. Maurer benutzte Auffassung des Drehmomentes ist aber im vorliegenden Falle unzulässig, sie ist nur gültig bei unendlich kleiner oder bei einer Nadel im homogenen Felde. Die Drehmomente mit denen wir es hier zu tun haben, hängen ab vom Verhältnis der Nadellänge zur Entfernung der wirksamen Pole; die Störungsglieder, um deren Ermittelung es sich handelt, entspringen ja gerade daraus, daß dieses Verhältnis nicht vernachlässigt werden darf. Es ist also unzulässig, mit diesen Drehmomenten umzugehen, wie mit den Drehmomenten einer Nadel im homogenen Felde. Ich habe darauf schon früher in einer Korrespondenz mit Herrn Prof.

Bei Beobachtung mit zwei Korrektoren an Land ist also das Drehmoment auf die abgelenkte Nadel

$$\Delta_{2K} = M\,c\,H\,g_1 \left\{ -\sin 2\zeta' \cos\delta - \sin\delta - \cos 2\zeta' \sin\delta \right\}.$$

Dieses gleich dem Drehmoment des Erdmagnetismus gesetzt, liefert als Gleichgewichtsbedingung

$$M\,H \sin\delta = M\,c\,H\,g_1 \left\{ -\sin 2\zeta' \cos\delta - \sin\delta - \cos 2\zeta' \sin\delta \right\}.$$

Nach δ aufgelöst, ergibt sie

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{-\mathfrak{D}\sin 2\zeta'}{1 + \mathfrak{D}\cos 2\zeta'}$$

wenn $\mathfrak{D} = \frac{c\,g_1}{1 + c\,g_1}$ gesetzt wird. Die Korrektoren geben also an Land einen Deviationsverlauf, der der Bedingung genügt, die Herr Prof. Maurer als Kriterium für die Fehlerfreiheit bevorzugt.

[1]) Herr Prof. Maurer sagt: »Daß dies (nämlich, daß der Deviationsverlauf zweier Korrektoren der in voriger Anmerkung angeführten Form entspricht) in der Tat die zu erweisende Bedingung für die Tadellosigkeit einer Kombination von Rose und Korrektoren ist, hat Herr Dr. Meldau auf S. 72 anerkannt.« Um Mißverständnissen vorzubeugen: nur wenn man die Tadellosigkeit durch Analyse des Deviationsverlaufes an Land ermitteln will, ist es die zu erweisende Bedingung. Das ist dem Zusammenhange nach der Sinn des Satzes auf S. 72. Daß die Betrachtung des Drehmomentes einen anderen und m. E. viel geeigneteren Weg, um über die Tadellosigkeit zu entscheiden, darstellt, ist S. 73 gesagt!

Digitized by Google

Maurer aufmerksam gemacht, wie in der zitierten Arbeit selbst (S. 130, oben) erwähnt ist. Herr Prof. Maurer führt aber den Inhalt meiner Bemerkung nur als einen nachträglichen weiteren Einwand gegen die Beweisbarkeit der Vierkorrektormethode an.

6. Fall der Nadelinduktion.

Wenn eine merkliche Nadelinduktion zwischen dem Nadelsystem der Rose und den Weicheisenmassen eines D-Korrektors stattfindet, so kommen zu den im vorigen betrachteten Drehmomenten noch die dieser Nadelinduktion entsprechenden Drehmomente hinzu.

In der experimentellen Untersuchung des Verhaltens des Nadelsystems gegenüber diesen rechnerisch schwer faßbaren Drehmomenten sehe ich das eigentliche Anwendungsgebiet des »Vierkorrektorversuches«.[1]) Das aus der Nadelinduktion entspringende Drehmoment ist lediglich von der Stellung des Nadelsystems gegen den Korrektor abhängig und die Richtigkeit der Methode liegt auf der Hand.[2])

7. Über die Ermittelung an Bord zu erwartender Störungsglieder und Restdeviationen aus Landbeobachtungen.

Gegenüber den im vorstehenden näher begründeten experimentellen Methoden zur Erkennung von Fehlern in der Nadelanordnung habe ich früher[3]) das Verfahren der Analyse des von den Korrektoren an Land erzeugten Deviationsverlaufes als weniger sicher[4]) bezeichnet. Insbesondere bezog sich dieses Urteil auf die Quadrantalkorrektoren, weil jede viertelkreisige Deviation naturgemäß mit einer achtelkreisigen als Begleiterscheinung verbunden ist[5]) und die Trennung dieser Begleiterscheinung von dem wirklich zu ermittelnden Störungsgliede mißlich ist.

Inzwischen ist das Verfahren der Analyse des Deviationsverlaufes von Herrn Prof. Maurer in seiner Abhandlung »Über „reine“ Quadrantaldeviation usw.« (»Ann. d. Hydr. usw.« 1907, S. 544) eingehend durchgearbeitet worden im Anschluß an eine interessante Umformung des Ausdruckes

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\mathfrak{D} \sin 2 \zeta}{1 + \mathfrak{D} \cos 2 \zeta}$$

in die Formel

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\mathfrak{D} \sin 2 \zeta'}{1 - \mathfrak{D} \cos 2 \zeta'}$$

die tg δ als Funktion des Kompaßkurses gibt.

Aber auch nach dieser Durcharbeitung sind die früher gehegten Bedenken nicht geschwunden.

Solange der Korrektor rein auf Grund von Feldinduktion[6]) wirkt, ist gegen das Verfahren nichts einzuwenden. Das Verfahren liegt nahe und seine Richtigkeit auf der Hand.

Mit diesem Falle stellt aber Herr Prof. Maurer den Fall des aus zwei kleinen Fluidkompassen bestehenden D-Korrektors auf gleiche Stufe. Die durch solche Kompasse erzeugten Ablenkungen ändern sich jedoch umgekehrt proportional

---

[1]) Dieser ist aus der Praxis selbst hervorgewachsen. Vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1904, S. 169. Mitte.

[2]) Vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1908, S. 74. Herr Prof. Maurer sagt von dem klaren Satz: »So liegt in dem praktisch wichtigsten Fall der Nadelinduktion die Richtigkeit der Vierkorrektormethode auf der Hand«, er könne so verstanden werden: »In allen Fällen, in denen merkliche Nadelinduktion vorhanden ist, ist die Richtigkeit der Vierkorrektormethode erwiesen, und in den praktisch wichtigsten Fällen braucht man sich um die Feldinduktion nicht zu kümmern«, und richtet dann gegen diese Fassung seine Argumente. Ich kann demgegenüber nur erklären, daß eine solche Auffassung des Satzes durchaus nicht den Sinn trifft, in dem er geschrieben ist.

[3]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1907, S. 20, Mitte.

[4]) Daß das letztgenannte Verfahren erheblich umständlicher ist, bedarf keines Beweises!

[5]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1906, S. 31, 32. Beispiele in der Abhandlung des Herrn Prof. Maurer, »Ann. d. Hydr. usw.« 1907, S. 546.

[6]) Damit sei nach Herrn Prof. Maurers Vorschlag die Induktion durch das Erd- oder durch das Erd- und Schiffsfeld bezeichnet.

der Richtkraft der Rose, während die auf Feldinduktion beruhenden bekanntlich von der Richtkraft unabhängig sind. Die Ausführungen S. 549 und 550 der Abhandlung lassen nicht erkennen, wie der Verschiedenheit der Richtkräfte an Land und an Bord Rechnung zu tragen ist. Auch die mitgeteilten Beobachtungen geben keinen Anhalt zur Beurteilung des Verfahrens; bei dem einen mitgeteilten Fall von Bordbeobachtungen auf S. M. S. »Preußen« fehlen leider die Landbeobachtungen. So beschränken sich auch die von Herrn Prof. Maurer an dieser Stelle gezogenen Schlüsse darauf, zu konstatieren, daß die beobachtete Deviation erheblich besser mit der Formel

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{-\mathfrak{D} \sin 2\zeta'}{1 + \mathfrak{D} \cos 2\zeta'}$$

als mit $\delta = -\mathfrak{D} \sin 2\zeta'$ übereinstimmt, was ja von vornherein erwartet werden durfte.

In dem wichtigen Falle, daß die Wirkung des Korrektors teils auf Feldinduktion, teils auf Nadelinduktion beruht, berücksichtigt Herr Prof. Maurer die Verschiedenheit der Richtkräfte für die durch Nadelinduktion erzeugte Ablenkung δ_n dadurch, daß er beim Übergang zur Ablenkung an Bord mit $H : H_B$ multipliziert. Dieses Verfahren ist im vorliegenden Falle nicht einwandfrei. Es ist hergenommen von der Zusammensetzung eines konstanten, ablenkenden Feldes mit variabelen Werten des H oder H'. Da können in der Tat die Ablenkungen, solange sie unter 20° betragen, annähernd dem Werte des H umgekehrt proportional gesetzt werden. Hier haben wir aber kein konstantes Feld; das vom Korrektor auf die Rose ausgeübte Drehmoment ist eine Funktion des Kompaßkurses, es ändert sich stark mit der Stellung des Korrektors gegen das Nadelsystem. Die Analogie in der Stellung von Rose und Korrektor für Kompaßkurse an Bord und magnetische Kurse an Land erleidet beim Versetzen der Kombination an Bord eine Störung, deren Tragweite vor der Hand nicht zu übersehen ist.

Das von Herrn Prof. Maurer angewandte Verfahren ist ganz auf den Fall der Feldinduktion zugeschnitten: da entspricht dem Kompaßkurs ζ'_B für den unkompensierten Kompaß an Bord in der Tat dieselbe Magnetisierung des Korrektors, die für den gleichen magnetischen Kurs ζ_L an Land statt hat. Der Fall der Nadelinduktion paßt aber in dieses Verfahren schlecht hinein, denn die durch Nadelinduktion bewirkte Magnetisierung hat mit den beiden genannten Kursen nichts zu tun, sie hängt von der Stellung des Korrektors gegen das Nadelsystem, also vom Kompaßkurse ab (vom wirklichen Kompaßkurse, an Bord nicht etwa vom Kompaßkurse für den unkompensierten Kompaß). Da für den kompensierten Kompaß der Kompaßkurs mit dem magnetischen Kurse übereinstimmt, so hat man, will man die an Bord ausgeübte Wirkung aus dem am Lande beobachteten Deviationsverlauf erschließen, in Ansehung der Nadelinduktion für den magnetischen Kurs ζ_B an Bord das für den Kompaßkurs ζ'_L am Land ermittelte Drehmoment in Ansatz zu bringen.

Aus dieser Überlegung ergibt sich für den rein auf Nadelinduktion beruhenden Korrektor folgendes. Das Drehmoment des Schiffsmagnetismus ist für $\mathfrak{A} = \mathfrak{B} = \mathfrak{C} = \mathfrak{E} = 0$ als Funktion des magnetischen Kurses durch den Ausdruck gegeben

$$\Delta_0 = M \cdot H \cdot \lambda \mathfrak{D} \sin 2\zeta_B$$

wo M das magnetische Moment der Rose bezeichnet.

Damit das Drehmoment Δ_B des Korrektors dem Δ_0 auf allen Kursen gleich sei, muß demnach

$$\Delta_B = -M \cdot H \cdot \lambda \mathfrak{D} \sin 2\zeta_B$$

sein und der Korrektor muß daher an Land auf den Kompaßkursen ζ'_L das Drehmoment

$$\Delta_L = -H \cdot M \cdot \lambda \mathfrak{D} \sin 2\zeta'_L$$

liefern. Das an Land auf den Kompaßkursen ausgeübte Drehmoment ist aber andererseits durch H und die Ablenkung δ_L exakt meßbar, und zwar ist

$$\Delta_L = +H \cdot M \sin \delta_L .$$

Digitized by Google

Die Kombination von Rose und Korrektor ist also dann und nur dann einwandfrei, wenn diese Werte für Δ_L einander gleich sind, d. h. wenn

$$\sin \delta_L = -\lambda \mathfrak{D} \sin 2 \zeta'_L$$

ist, oder wenn der Deviationsverlauf an Land abhängig vom Kompaßkurs rein quadrantal,[1]) und wenn dabei die Maximalablenkung

$$\mathfrak{D}_L = -\lambda \mathfrak{D}$$

ist. Abhängig vom magnetischen Kurs an Land ist die Ablenkung sehr nahe durch die Formel gegeben

$$\sin \delta_L = \mathfrak{D}_L \sin 2 \zeta_L - \mathfrak{D}^2_L \sin 4 \zeta_L .$$

Sie ist also mit einer erheblichen Oktantaldeviation verbunden. Der Vergleich dieser für den Fall reiner Nadelinduktion gültigen Verhältnisse mit den für den Fall reiner Feldinduktion gültigen (s. »Ann. d. Hydr. usw.« 1908, S. 72), ist von Interesse.

Die Erforschung der erdmagnetischen Verhältnisse im Stillen Ozean durch die amerikanische Yacht „Galilee". 1905 bis 1907.

Im Jahrgang 1905 dieser Zeitschrift[2]) ist der von dem Carnegie-Institut ausgehende Plan zur Erforschung der erdmagnetischen Verhältnisse im Stillen Ozean mit einem eigens zu diesem Zwecke ausgerüsteten Schiffe kurz dargelegt worden. Der Größe des zu vermessenden Gebietes entsprechend war von vornherein für die Ausführung des groß angelegten Planes ein Zeitraum von ungefähr drei Jahren in Aussicht genommen worden. In der Tat hat sich das Unternehmen in dieser Zeit und in dem gewünschten Umfange ausführen lassen. Den neuesten Nachrichten zufolge wird das Vermessungsschiff Anfang Mai dieses Jahres in San Francisco, dem Heimatshafen, zurückerwartet, womit dann die Vermessung ihr Ende finden wird.

Wie bereits an anderer Stelle[3]) gesagt worden ist, wurde im Laufe des Sommers 1905 als das für das geplante Unternehmen am besten geeignete Schiff die Brigg »Galilee« in San Francisco von der erdmagnetischen Abteilung des Carnegie-Institutes gechartert. Das Schiff ist 1891 aus Holz gebaut und hat eine Länge von 40.4 m, eine Breite von 10 m, eine Tiefe von 3.8 m und ein Deplacement von 600 t. Die hauptsächlichsten Änderungen und Neueinrichtungen waren der Ersatz des Stahlgutes durch Hanfgut, die Einrichtung der Wohnräume für die Beobachter und vor allem die Anlage einer völlig eisenfreien Beobachtungsbrücke zwischen den beiden Masten. Diese Brücke wurde so hoch angelegt, daß die Instrumente ungefähr 5 m über dem Deck standen und von den größeren eisernen Bolzen in den Schiffswänden mindestens 8 m entfernt waren. Wenn nun auch das Schiff nicht ganz eisenfrei war, so hat sich doch gleich bei den ersten Untersuchungen gezeigt, daß der Einfluß des in dem Schiffe enthaltenen Eisens auf die Beobachtungsinstrumente äußerst gering ist; jedenfalls aber steht »Galilee« in dieser Beziehung keinem der bisher zu magnetischen Vermessungen benutzten Schiffe einschließlich »Gauß« und »Discovery« nach.

In der umstehenden Skizze ist der Weg des Vermessungsschiffes »Galilee« dargestellt.

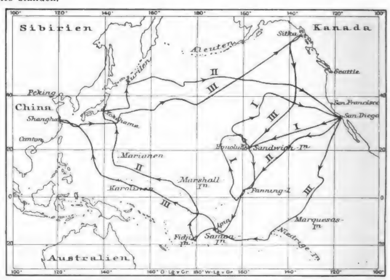
Nachdem in den ersten Tagen des August 1905 in der Bucht von San Francisco mehrere Rundschwojungen zur Bestimmung der Deviationskoeffizienten vorgenommen worden waren, segelte das Schiff nach San Diego, das wegen seines

[1]) Der Ausdruck »rein quadrantal« ist hier im eigentlichen Sinne gebraucht. Herr Prof. Maurer will in seiner Arbeit »Ann. d. Hydr. usw.« 1907, S. 544 »unter „reiner Quadrantaldeviation" das verstanden wissen, was die $\mathfrak{D}$-Korrektoren in Wirklichkeit kompensieren sollen«. Ich halte diese Bezeichnung nicht für glücklich.

[2]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 322.

[3]) Ebenda 1905, S. 522.

gleichmäßigen Klimas als Basisstation für die folgenden Rundfahrten gewählt wurde. Diese kleine Fahrt diente zugleich als Probe- und Übungsfahrt, bei der, sobald es das Wetter und die See gestattete, Beobachtungen mit den verschiedenen Instrumenten angestellt wurden. Nach kurzem Aufenthalt im Hafen, der zu Landbeobachtungen an einigen Punkten der Küste und zur nochmaligen genauen Bestimmung der Deviationskoeffizienten benutzt wurde, verließ die »Galilee« am 1. September 1905 den Hafen von San Diego und trat ihre erste Rundreise an. Die Fahrt ging (vgl. d. Skizze) über die Hawaii-Insel und die Fanning-Insel südlich bis zum magnetischen Äquator, von da in einem Bogen nach Westen zurück nach Honolulu und nun in einem großen Bogen, der das Schiff bis zum 40. Breitengrade brachte, wieder nach der Ausgangsstelle, wo die erste Rundfahrt am 9. Dezember 1905 ihr Ende fand. Der zurückgelegte Weg betrug mehr als 10 000 Sm. Die Leitung dieser Expedition lag in den Händen des Herrn J. F. Pratt, dem als Beobachter die Herren Dr. J. H. Egbert, J. P. Ault und P. C. Whitney zur Seite standen.



Wege der magnetischen Vermessungsjacht »Galilee« vom 1. August 1905 bis 1. September 1907.

Der Rest des Jahres wurde zu den erforderlichen Kontrollbeobachtungen verwandt, die angestellt werden mußten, ehe die kleinen Änderungen, die sich inzwischen als notwendig erwiesen hatten, vorgenommen werden konnten.

Am Anfang des Jahres 1906 erfolgte dann ein vollständiger Wechsel in dem Stab der Beobachter, die wieder ihre dienstlichen Pflichten bei der Coast and Geodetic Survey übernehmen mußten. Die fernere Leitung der Expedition erhielt W. J. Peters, der zuvor an der Zieglerschen Polarexpedition teilgenommen hatte. Außer ihm beteiligten sich an den folgenden Fahrten als Beobachter die Herren J. P. Ault, J. C. Pearson und Dr. E. C. Martyn.

Am 2. März 1906 trat die »Galilee« ihre zweite Reise an, die sich über den ganzen nördlichen Stillen Ozean ausdehnte. Der Weg führte zunächst über die Fanning-Insel nach den Samoa-Inseln, wo in Apia auf dem deutschen Observatorium Vergleichsbeobachtungen mit den dortigen und den an Bord befindlichen Instrumenten vorgenommen wurden. Von da ging die Fahrt über die Fidji-, Gilbert- und Marschall-Inseln nördlich bis Yokohama und schließlich in einem großen Bogen quer durch den nördlichen Teil des Stillen Ozeans zurück nach San Diego, wo die zweite große Rundfahrt endete.

Digitized by Google

Am 22. Dezember 1906 wurde die dritte und längste Rundfahrt angetreten, die in zwei großen Schleifen diesmal auch den südlichen Teil des Stillen Ozeans berührte. Der erste Teil der Fahrt brachte das Schiff über die Marquesas- und Samoa-Inseln durch die Karolinen nach Shanghai und von da auf nordöstlichem Kurse zurück zur amerikanischen Küste nach Sitka, wo die Ankunft am 15. Juli 1907 erfolgte. Hier fand eine Besichtigung des Schiffes durch L. A. Bauer statt, der, wie ja bekannt, im Verein mit G. W. Littlehales den ganzen Plan der magnetischen Vermessung des Stillen Ozeans entworfen hatte. Nachdem auf Grund der bisher gesammelten Erfahrungen noch einige kleinere instrumentelle Änderungen vorgenommen worden waren, trat »Galilee« am 10. August 1907 den zweiten Teil ihrer dritten und letzten Reise an, die das Schiff nach dem Besuch der Hawaii-, Midway- und Marschall-Inseln nun auch in hohe südliche Breiten brachte. Am Weihnachtstage landete »Galilee« in Christchurch auf Neu-Seeland, wo durch eine Reihe von Beobachtungen der Anschluß der Arbeiten an die des englischen Expeditionsschiffes »Discovery« gesichert wurde. Am 17. Januar dieses Jahres verließ das Schiff wieder den Hafen mit der Bestimmung nach Callao an der peruanischen Küste, von wo aus die Rückkehr nach San Francisco erfolgt. Hier würden dann, wie schon oben erwähnt, die Fahrten ihr Ende finden, nachdem »Galilee« auf ihren drei großen Rundreisen einen Weg von ungefähr 65 000 Sm. zurückgelegt haben wird.

Die instrumentelle Ausrüstung des Schiffes bestand aus einem Satz von Instrumenten, mit denen die magnetischen Beobachtungen auf See angestellt wurden, und den Instrumenten, die zu absoluten Beobachtungen an Land dienten. Zu den Bordbeobachtungen wurde für die Mißweisung ein Normalfluidkompaß von Ritchie, für die Inklination ein Lloyd-Creak-Inklinatorium und für die Intensität der sogenannte Lamont-Bauer-Deflektor benutzt, während die Landbeobachtungen mit einem Magnetometer von Cooke und einem Doverschen Inklinatorium ausgeführt wurden. Außerdem hatte das Schiff noch eine Reihe von Reserve- und Versuchsinstrumenten, die auf ihre Verwendbarkeit zu Bordbeobachtungen hin während der Fahrten erprobt werden sollten. Alle Instrumente waren vorher eingehend geprüft und ihre Konstanten bestimmt worden. Um diese genügend unter Kontrolle halten zu können, wurde jede sich bietende Gelegenheit zu Vergleichsbeobachtungen untereinander und vor allem mit den Normalinstrumenten der besuchten Observatorien benutzt. Solche Kontrollbeobachtungen fanden u. a. auf den erdmagnetischen Observatorien von Honolulu, Samoa, Tokio, Sitka und Christchurch auf Neu-Seeland statt.

Was zunächst die Mißweisungsbestimmungen anbetrifft, so ist bereits gesagt worden, daß diese auf See mit einem achtzölligen Normalfluidkompaß von Ritchie nach dem in der Kriegsmarine der Vereinigten Staaten eingeführten Modell ausgeführt wurden. Außerdem wurde dazu auch ein gewöhnlicher Ritchie-Fluidkompaß und ein Kelvinscher Trockenkompaß benutzt. Gelegentlich der zu einer Mißweisungsbeobachtung erforderlichen Azimutbestimmungen wurden die verschiedensten Arten von Peilvorrichtungen, die jetzt im Gebrauch sind, erprobt. Die Resultate haben ergeben, daß mit jedem guten Kompaß und jeder einwandsfreien Peilvorrichtung bei auch nur einigermaßen ruhiger See Mißweisungsbestimmungen mit der wünschenswerten Genauigkeit zu erhalten waren. Nur ein Übelstand, der bei Landbeobachtungen nicht in Frage kommt, hat die Innehaltung regelmäßiger Mißweisungsbestimmungen in bestimmten Abständen beeinträchtigt. Da man auf See naturgemäß keine irdischen Peilobjekte zur Verfügung hat, mußte zu den Azimutbestimmungen die Sonne oder irgend ein anderes Gestirn benutzt werden. Daraus geht aber hervor, daß von vornherein die Tage, an denen wegen anhaltenden Nebels oder ständig bedeckten Himmels Gestirne nicht zum Vorschein kamen, für die Mißweisungsbeobachtungen verloren waren. Wohl konnten an solchen Tagen wenigstens die anderen Elemente des Erdmagnetismus beobachtet werden, da man bei ihrer Bestimmung von dem astronomischen Meridian unabhängig ist.

Die Bestimmung der Inklination und der Totalintensität wurde mit dem Lloyd-Creak-Inklinatorium ausgeführt. Die Inklination wurde immer mit

Digitized by Google

mehreren Nadeln hintereinander beobachtet, wobei besondere Sorgfalt darauf verwandt wurde, das Instrument mit Hilfe eines verstellbaren Gegengewichtes möglichst genau zu horizontieren. Die Totalintensität wurde durch Ablenkungsbeobachtungen aus zwei verschiedenen Entfernungen gewonnen, woraus sich wiederum Werte für die Inklination ergaben, die mit den anderweitig bestimmten verglichen werden konnten. Aus den so erhaltenen Werten der Inklination und der Totalintensität läßt sich nun die Horizontalintensität leicht berechnen, da ja zwischen den drei Elementen die einfache Beziehung

$$H = T \cdot \cos J$$

besteht. Um nun aber die Horizontalintensität auch noch auf direktem Wege bestimmen zu können, ist »Galilee« noch mit einem besonderen Apparat, dem schon oben erwähnten »Lamont-Bauer-Deflektor« ausgerüstet worden. Dieser beruht im wesentlichen auf dem Prinzip der Sinusablenkungen, unterscheidet sich aber dadurch von den gewöhnlichen Ablenkungsapparaten, daß der ablenkende Magnet mit dem abzulenkenden nicht in derselben Horizontalebene liegt, sondern senkrecht über dem Mittelpunkt des Magnetsystems angebracht wird, mit dem der Ablenkungswinkel bestimmt werden soll. Die Einrichtung ist ähnlich wie bei dem Lauensteinschen Deflektor,[1]) der bei der Untersuchung der Kompaßrosen auf ihre Einstellungsfähigkeit bei geschwächter Richtkraft Verwendung findet. Zu den Beobachtungen wurde ein gewöhnlicher achtzölliger Ritchie-Negus-Fluidkompaß benutzt, auf den mit Hilfe einer Brücke der Ablenkungsmagnet in zwei verschiedenen Entfernungen von dem Mittelpunkt der Rose aufgesetzt werden konnte. Im übrigen sind dieselben Operationen erforderlich wie bei den Ablenkungsbeobachtungen mit den gewöhnlichen Magnetometern. Bei Anwendung von Fluidkompassen hat man den Vorteil, daß die einzelnen Einstellungen infolge der die Schwingungen dämpfenden Einwirkung der Flüssigkeit sich sehr schnell ausführen lassen. Bei einiger Übung genügen 5 bis 10 Minuten, um eine Bestimmung der Horizontalintensität mit einem Ablenkungsmagnet zu erhalten. Die Beobachtungen wurden natürlich nach Möglichkeit mehrmals hintereinander angestellt und dazu verschiedene Ablenkungsmagnete benutzt. Die Resultate, die auf diese Weise bei der Bestimmung der Horizontalintensität erhalten wurden, haben sich als recht befriedigend erwiesen; sie bieten zugleich eine gute Kontrolle für die aus den Beobachtungen mit dem Lloyd-Creak-Inklinatorium berechneten Werte der Horizontalintensität. Überhaupt wurde, um stets eine genügende Kontrolle zu haben, von den einzelnen Beobachtern abwechselnd mit verschiedenen Instrumenten und an verschiedenen Punkten der Beobachtungsbrücke gearbeitet.

Die Beobachtungen wurden, solange es die Witterung erlaubte, auf See in Abständen von 200 bis 250 Meilen angestellt. Außerdem wurde jede Gelegenheit benutzt, beim Aufenthalt in den Häfen Beobachtungen an Land auszuführen.

Es ist erklärlich, daß auf diese Weise ein sehr reiches Beobachtungsmaterial gewonnen wurde, das um so wertvoller ist, als das ganze nunmehr vermessene Gebiet des Stillen Ozeans bisher in magnetischer Beziehung so gut wie unerforscht war. Es war daher auch von vornherein sicher zu erwarten, daß sich alle bisher für das fragliche Gebiet entworfenen magnetischen Karten an vielen Stellen als unrichtig erweisen würden. In der Tat hat sich herausgestellt, daß in manchen Gegenden die Angaben der Mißweisungskarten um 3° bis 5° von den jetzt beobachteten Werten abweichen, und daß die magnetischen Karten für alle drei Elemente mehr oder weniger geändert werden müssen.

So haben z. B. schon die während der ersten Rundfahrt im Jahre 1905 angestellten Beobachtungen ergeben, daß sowohl die deutsche Isogonenkarte für 1905 als auch die englische Karte für 1907 zwischen San Francisco und Honolulu die östliche Deklination um 1° bis 2° zu niedrig angeben. Auch die deutsche Inklinationskarte für 1905 liefert für dieses Gebiet Werte für die Inklination, die systematisch um 1° durchschnittlich zu niedrig sind, während

[1]) Vgl. »Der Kompaß an Bord«, 2. Aufl., Hamburg 1906, S. 68.

Digitized by Google

die Karte der Linien gleicher Horizontalintensität für 1905 für dort die Intensität um ungefähr $^1/_{25}$ ihres jeweiligen Wertes zu hoch angibt.

Um die Ergebnisse, die »Galilee« auf ihren Fahrten gezeitigt hat, möglichst rasch nutzbringend verwerten zu können, wurde ein Verfahren eingeschlagen, das sich als sehr vorteilhaft erwiesen hat. Sobald eine Reihe von Beobachtungen angestellt war, wurde das gesamte Material von dem nächsten Hafen, den das Schiff anlief, zur weiteren Nachprüfung und Bearbeitung nach Washington gesandt. Auf diese Weise konnten etwaige Mängel, die sich bei der Bearbeitung herausstellten, rechtzeitig beseitigt und den Beobachtern die notwendigen Abänderungsvorschläge und Anweisungen übermittelt werden. Dank dieser Einrichtung wird das gesamte in den drei Jahren gewonnene Material bald nach dem unmittelbar bevorstehenden Abschluß der magnetischen Vermessung des Stillen Ozeans bearbeitet sein und veröffentlicht werden können.

Ein Teil der erhaltenen Resultate ist bereits in der von dem hydrographischen Amt in Washington im Mai des vergangenen Jahres herausgegebenen Mißweisungskarte für 1910 niedergelegt worden, und es ist zu erwarten, daß noch im Laufe dieses Jahres auch für die beiden anderen Elemente, die Inklination und die Horizontalintensität, neue Karten erscheinen werden.

Damit würde dann der erste Teil eines Unternehmens seinen Abschluß finden, durch dessen Förderung das Carnegie-Institut uns in der Kenntnis der erdmagnetischen Verhältnisse auf den Ozeanen einen großen Schritt vorwärts bringen und damit sich um die Wissenschaft und die Schiffahrt ein bedeutendes Verdienst erwerben wird. Dr. Burath.

Kleinere Mitteilungen.

1. **Das erste Auftreten von Tiefenzahlen in alten Seekarten.** Von Assistent Dr. Walter Behrmann, Leipzig.

Über das erste Auftreten von Tiefenzahlen auf alten Seekarten findet sich in der Literatur eine irrtümliche Ansicht verbreitet. Noch kürzlich schreibt Dr. M. Groll:[1]) »Die Tiefenzahlen tauchten auf Seekarten zuerst im Jahre 1640 auf, sie gingen dann bald aus den Seebüchern in die Karten über. Die holländischen und französischen Seeatlanten des 18. Jahrhunderts bringen bereits recht ausführliche Tiefenkarten.« Dem Anschein nach hat er diese Bemerkung aus einer jetzt überholten Arbeit von Ernst Mayer[2]) übernommen, welcher im Jahre 1877 schreibt: »Was zunächst die Angabe der Tiefen betrifft, so scheint der Portugiese Tayxeira der erste, oder doch einer der ersten zu sein, welcher die Tiefen des Meeres auf Seekarten angab. In seinem Atlas (Manuskript in der Pariser Nationalbibliothek) aus dem Jahre 1640 von der brasilianischen Küste sind die Tiefen in Palmen angegeben.« Soweit ich das Material überschauen kann, scheint diese Angabe zwar für die italienische und die von ihr beeinflußte portugiesische Schule einzutreffen. Wie diese sogenannten Portulankarten Untiefen, Sandbänke u. dgl. nur sehr vereinzelt (Po-Mündung, Asowsches Meer) verzeichnen, die Klippen nur durch ein kleines Kreuz eintragen, so entbehren sie auch der Tiefenangaben. Es sind eben Karten ganzer Meeresbecken, es verbietet daher der kleine Maßstab die Eintragung größerer Details.

Dagegen haben die niederdeutschen Seekarten seit den ältesten Zeiten die Tiefen angegeben. Und dies ist verständlich. Denn erstens sind die ältesten Karten Spezialkarten kleinerer Gebiete, sie konnten also alles Wünschenswerte eintragen, zweitens sind sie an den Küsten der Nordsee entstanden, also an Küsten, in deren seichtem Wattenmeer ein Schiffer ohne genaues Achten auf die Tiefenverhältnisse nicht fahren kann; was er also hier erlernte, wird er leicht auf andere Küsten mit Vorteil übertragen haben, drittens endlich finden sich in den gleichzeitig benutzten Seebüchern, und zwar schon in den ältesten Teilen

[1]) Die Entwicklung der Seekarten bis zur Gegenwart. »Geographischer Anzeiger« 1907, S. 222.

[2]) Die Entwicklung der Seekarten bis zur Gegenwart. Wien 1877.

des ältesten Seebuches, ständig Angaben über die Tiefen. Das Einheitsmaß ist der »vadem«. Dementsprechend sind auch die Zahlen auf den Karten als Tiefenangaben in »vadem« zu deuten. Sie finden sich schon in den primitiven Zwischenstufen zwischen Karten und Küstenansichten, durch die das Anfangsstadium der niederdeutschen Seekarten charakterisiert wird, man vergleiche »De zeevaert etc.« von Adriaen Gerritsz 1588 oder »Caerte van(-)de Oost en-de West Zee« von Goeyuaert Willemsen 1594.[1]) Die Angaben fehlen nicht in Lucas Jansz Waghenaer »Spieghel der Zeevaert« 1584 u. f.,[2]) um durch ihn auf die ganze nautische Kartographie der Niederdeutschen,[3]) die ja in nachweisbarer Abhängigkeit von ihm steht, überzugehen.

Die Linien gleicher Meerestiefen werden nach E. Mayer zum ersten Male von Buache in einer 1732 aufgenommenen Karte des »Departement La Manche« benutzt, die er 1737 der Akademie der Wissenschaften in Paris vorlegte.

Wenn Groll a. a. O. schreibt: »Allmählich wurden auch die Seezeichen, als da sind Leuchtfeuer, Baken, Tonnen . . . . . auf den Seekarten eingetragen«, so ist dies also nach seiner Ansicht erst nach 1640 geschehen. Dagegen ist festzustellen, daß schon in der »Carta marina« des Olaus Magnus 1539 Leuchttürme an der deutschen Küste verzeichnet sind, daß aber gerade die Baken und Tonnen von den Niederdeutschen in ihren Darstellungen als sehr Wichtiges in Karte und Text hervorgehoben werden, wie ein Blick z. B. auf Willemsens Karte der Weser- und Elbe-Mündung lehrt. Auch hierin zeigt sich die Selbständigkeit und Eigenart der so lange Zeit stiefmütterlich behandelten alten Seekarten der Niederdeutschen.

2. **Nordlicht am 26. und 27. März 1908 auf dem Atlantischen Ozean in 40° N-Br., 64° und 50° W-Lg.** (Hierzu Tafel 11).

Am 26. März wurde um 6h 30min abends auf 40° N-Br. und 64° W-Lg. in der Richtung der Kompaßstriche von rw. NW durch N bis rw. NO ein schmutziggelber Schein in etwa 30° Höhe am Himmel beobachtet; da die Sonne bereits längere Zeit untergegangen war, so konnte man nicht annehmen, daß diese Färbung des Himmels von den Sonnenstrahlen ausging und daher wurde die weitere Entwicklung dieser Erscheinung eifrigst beobachtet.

Nach etwa 25 Minuten bildeten sich blausilberne Strahlen, die von dem schmutziggelben Schein nach allen Himmelsrichtungen ausgingen, einige aus rw. N bis zum Zenit und noch darüber hinaus. Die Lichtstärke dieser Strahlen war zeitweise stark und schwach, die langen Strahlen bewegten sich sehr langsam von O nach W fort. Diese Erscheinungen wurden bis 11h abends beobachtet. Der Himmel war in der nördlichen Richtung bis etwa 20° Höhe bewölkt. Die bemerkenswerteste Formation, die um 10h 20min abends besonders stark war, ist in Figur I (Taf. 11) dargestellt.

Am 27. März in 40° N-Br. und 58° W-Lg. wurden ab 7h 20min abends mehrere stark ausgeprägte Formationen des Nordlichts beobachtet.

Die erste Formation bildete sich folgendermaßen:

In der rechtweisenden Richtung von NW durch N bis NO wurde ein wolkenartiger, blausilberner Schein am Himmel bis zu etwa 40° Höhe beobachtet, von dem wiederum blausilberne Strahlen nach allen Himmelsrichtungen ausgingen. Die Strahlen schossen zeitweise blitzartig aus dem blausilbernen Gewölk bis über das Zenit hinaus, bewegten sich aber in dieser Formation nicht von O nach W, sondern behielten ihre Richtung und Stellung in zitternder Bewegung bei. Diese Formation ist in Figur IIa (Taf. 11) angegeben.

Nach etwa 10 Minuten verschwanden die Strahlen vollständig; es bildete sich plötzlich ein blausilberner Kreis am Himmel, dessen Peripherie aus rw. NO durch »Arcturus«, durch das Zenit und den Planeten »Venus« bis rw. NW ging; hiernach bildete sich ein heller, wolkenartiger Schein im »Arcturus« und im Planeten »Venus«, sowie kurze Strahlen von etwa 5° Länge, die 20° unterhalb

[1]) Reproduktionen in Nordenskiöld, »Periplus«, p. 105, 107, 108 und in meiner Schrift »über die niederdeutschen Seebücher«. »Mitt. d. geogr. Ges. Hamburg«, Bd. XXI, Karte 5.

[2]) Karte 6 und »Periplus«, p. 109.

[3]) Vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1906, Tafel 34.

Digitized by Google

des soeben erschienenen Kreises sich mit blitzartiger Geschwindigkeit aus dem wolkenartigen Schein des »Arcturus« von O nach W fortbewegten und im hellen Schein des Planeten »Venus« endigten. Siehe Figur IIb.

Nach etwa 5 Minuten bildete sich ein zweiter Kreis am Himmel mit derselben Färbung und Lichtstärke, dessen Peripherie gleichfalls aus rw. NO durch »Arcturus« nach dem Planeten »Venus« bis rw. NW ging, aber nur in einer Höhe von etwa 70°. Die kurzen Strahlen verschwanden hiernach und bildeten sich lange, blausilberne Lichtstrahlen, die aus der rechtweisenden Richtung NW und NO durch die beiden Peripherien der sich soeben gebildeten, etwa 5° breiten Kreise hinausschossen. Siehe Figur IIc.

Diese Formation dauerte etwa 3 Minuten.

Hiernach verschwanden die langen Strahlen, es bildeten sich wiederum kurze Strahlen von etwa 20° Länge, die durch die Peripherien der beiden Kreise mit einer außerordentlich großen Geschwindigkeit aus dem hellen Lichtschein im »Arcturus« von O nach W sich fortbewegten und im hellen Lichthaufen bei dem Planeten »Venus« verschwanden. Die Formation stellt Figur IId dar.

Als eine Kompaßpeilung der Kreise vorgenommen wurde, bemerkte ich, daß sich die Kompaßrose etwa 1 bis $^1/_2$ Strich von O nach W bewegte und dann wieder zurückdrehte;[1]) diese Erscheinung dauerte so lange, bis die von O nach W laufenden Strahlen verschwunden waren.

Nach 10 Minuten verschwanden die Kreise nebst Strahlen vollständig und blieben nur noch dieselben, blausilbernen Lichthaufen im »Arcturus« und in der »Venus« nach, wie in Figur IIe angegeben ist. Diese Erscheinung war etwa 30 Minuten sichtbar; hiernach wurden keine weiteren Formationen beobachtet.

Der Himmel war zur Zeit des Nordlichts in NO, N und NW bis zu etwa 15° Höhe leicht bewölkt, der Wind SW Stärke 1/2 und See leicht bewegt.

Die für die drei Gestirne für $7^h\ 49^{min}\ 55^{sek}$ ✳ Zeit berechneten Höhen erkennen »Arcturus« = 8.6°, »Venus« = 27.35° und »Mars« = 29.7°.

O. Hennig, II. Offiz. D. S. »Barcelona«, Hamb.-Am. Linie.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Lecky, S. T. S.: **Wrinkles in practical navigation.** 15^{th} edition, revised and enlarged by W. Allingham. 8°. 814 pag. with 135 illustrations and plates. London 1908. G. Philip & Son. 25 sh.

Leckys »Wrinkles« können als ein klassisches Werk in der nautischen Literatur bezeichnet werden und sind ohne Zweifel das populärste und am weitesten verbreitete Buch von denen, die sich mit der Navigation beschäftigen. Schon allein der Umstand, daß die vorliegende die 15. Auflage ist, die seit dem ersten Erscheinen im November 1881 notwendig geworden, legt hiervon ein beredtes Zeugnis ab.

Die »Wrinkles« wollen nicht ein Lehrbuch der Navigation im eigentlichen Sinne des Wortes sein, sie haben sich vielmehr die Aufgabe gestellt, dem Navigateur in allen Fragen der Praxis ein treuer, nie versagender Ratgeber zu sein und ihn auf vielen anderen mit seinem Berufe in nahem Zusammenhang stehenden Wissensgebieten zu unterrichten und vertraut zu machen, welche auf den Navigationsschulen wegen Mangel an Zeit nicht genügend gepflegt werden können. In flotter, fast feuilletonistischer und vielfach geradezu humoristischer Schreibweise wußte Lecky den Nautiker durch das gesamte Gebiet seiner Wissenschaft zu steuern und ihm alle »Kniffe« der Praxis mundgerecht zu machen. Er kannte so genau des Seemannes Art, daß man getrost sagen kann, er habe ihm sein Buch »auf die Haut« geschrieben. Lange mathematische Ableitungen und trockene Formeln, die den Seemann so häufig ein sonst vorzügliches Buch mißmutig bei Seite legen lassen, finden sich in dem ganzen Werke nicht. Trotzdem sind alle Kapitel der astronomischen und terrestrischen Navigation, der

[1]) Aus der eine große Unruhe der Kompaßrose zeigenden Bewegung um 1 bzw. $^1/_2$ Strich kann nicht geschlossen werden, daß die erdmagnetische Deklination oder ohne weiteres die Deviation um diesen Betrag sich geändert habe. Naturgemäß schwingt die Rose zunächst bei einer Störung des Erd- und Schiffsmagnetismus über die Ruhelage hinaus, die dieser Störung entsprechen würde. Diese Schwingungen werden sodann um so größer ausfallen, je mehr die Schwingungsperiode der Rose und die Perioden der magnetischen Störung miteinander oder mit einem Vielfachen der anderen Periode übereinstimmen. Vgl. auch »Ann. d. Hydr. usw.« 1904. S. 486—487. D. Red.

Digitized by Google

nautischen Instrumente, Karten, Bücher, der nautischen Meteorologie, der Gezeiten usw. mit eingehendster Gründlichkeit behandelt, aber, wie schon gesagt, in einer Form, welche die Lektüre zu einer angenehmen Erholung gestaltet.

Die vorliegende Auflage des Werkes, welches übrigens in der englischen, amerikanischen und argentinischen Marine offiziell eingeführt ist, wurde nach Leckys Tode von dessen persönlichem Freunde Mr. Allingham, Nautical Assistent an der Meteorological Office, einem sehr bekannten Nautiker, besorgt. Wenn auch die strengste Anlehnung an den älteren Text gewahrt wurde, so haben doch neuere Methoden der astronomischen Navigation und sonstige Errungenschaften auf verwandten Gebieten eine Überarbeitung und Vergrößerung des Stoffes notwendig gemacht, so daß diese Auflage 50 Seiten mehr umfaßt wie die vorhergehende. Diese Neubearbeitung muß als eine durchaus glückliche bezeichnet werden.

Eine Beschaffung und eingehendes Studium des Werkes kann jedem deutschen Nautiker, der die englische Sprache genügend beherrscht, umsomehr angelegentlich empfohlen werden, als die deutsche Literatur auf diesem Gebiete nichts Gleichartiges und doch zugleich Vollwertiges besitzt. Man ist versucht, dem Werke eine deutsche Auflage zu wünschen. Bt.

Klein, Hermann J.: **Wettervorhersage für Jedermann.** Allgemeinverständliche Anleitung. Mit 2 Tafeln und 26 Abb. 1.—6. Tausend. Stuttgart 1907. Strecker & Schröder.

Das vorliegende Buch wird der Fachmann unzweifelhaft mit großem Interesse lesen und die Nutzbarmachung der Ergebnisse mannigfacher Forscher wie Abercromby, Clement Ley, v. Bezold, Hellmann, Klinkerfues und des Verfassers selbst in diesem engen Rahmen mit Dank begrüßen. Doch das Buch ist nicht eigentlich für den Fachmann bestimmt, sondern für den Laien als Anleitung zur Vorherbestimmung des Wetters. Dies ist auch in einer Beziehung als gelungen zu betrachten; der Leser wird mit allen Hilfsmitteln der Lokalprognose vertraut; die stete Beschäftigung mit der Witterung selbst wird zur Bedingung für die Aufstellung von Prognosen gemacht. Aber wie ein roter Faden zieht sich durch das Buch die mehr oder minder deutlich ausgesprochene Meinung des Verfassers, daß die staatliche Prognose und die Erweiterung des Wetterdienstes keinen Nutzen bringe, trotzdem er selbst deutlich ausspricht, daß lokale Prognosen durch Kenntnisnahme der Wetterkarte wesentlich unterstützt werden. Das Kapitel »Beispiele von Tagesprognosen auf Grund der Wetterkarten und Kritik derselben« zeigt fast durchweg Beispiele von Wetterlagen, deren Eintreffen von den staatlichen Zentralstellen nicht erkannt worden ist, so daß der nicht orientierte Leser annehmen muß, daß nur selten eine staatliche Prognose zutrifft. »Beliebig herausgegriffene« Wetterlagen, wie der Verfasser sagt, sind es jedenfalls nicht, sonst hätten auch mehrere Wetterlagen angeführt werden müssen, deren Eintreffen von den Zentralstellen richtig vorausgesehen worden ist. Daß die Volksmeinung nicht überall so abfällig über den Nutzen der Wetterkarten urteilt, wie es nach diesem Buche scheint, hat der Referent selbst Gelegenheit gehabt, festzustellen. Die vielen Unzulänglichkeiten der Wetterprognose auf Grund der Wetterkarten sind dem Referenten aus eigener Praxis bekannt, aber es scheint ihm für die Förderung des Interesses der Allgemeinheit nicht dienlich, wenn die Fehlschläge der Prognose der staatlichen Zentralstellen in den Vordergrund gerückt werden.

W. Brennecke.

F. Corbara: **Trattato (teorico-pratico) sul magnetismo delle navi in ferro e sulle bussole marine.** Teoria delle deviazioni. Costruzione, installazione e compensazione delle bussole. Varii tipi di bussole marine (Libro di testo della R. Accademia navale). 8°, 464 S. R. Istituto idrografico, Genova 1907. 20 ℳ.

Das Werk stellt eine ausführliche, in erster Linie für didaktische Zwecke bestimmte Bearbeitung der Deviationstheorie dar auf Grundlage der klassischen Werke von F. J. Evans und A. Smith und unter besonderer Berücksichtigung der von A. Collet, E. W. Creak, M. E. Guyou und A. Madamet gegebenen Darstellungen und Weiterbildungen. Nach einer kurzen historischen Einleitung behandelt der erste Teil den Erdmagnetismus und den Schiffsmagnetismus. Der zweite Teil gibt die Theorie der Deviation auf Grund der Poissonschen Gleichungen. Der dritte behandelt die experimentelle Bestimmung der Deviation, der horizontalen und vertikalen magnetischen Feldstärken an Bord sowie die rechnerische und graphische Auswertung des gewonnenen Beobachtungsmaterials. Im vierten Teile wird von der Konstruktion der Kompaßrose gehandelt. Es werden die verschiedenen Kompaßtypen, in erster Linie der von Magnaghi, aber auch der Thomson-Kompaß, der Fluidkompaß der Kaiserlichen Marine, der Ritchie- und der Peichl-Kompaß unter Beifügung trefflicher Abbildungen beschrieben. Der umfangreiche fünfte Teil behandelt die Aufstellung der Kompasse an Bord und die Kompensation. Ihm folgt noch ein Anhang mit Bemerkungen über Fernübertragung von Kompaßangaben sowie Kreiselkompasse, Schemata für Rechnungen und konstruktive Lösungen, magnetische Karten und ein ziemlich ausführliches Literaturverzeichnis in Anlehnung an das in der neuen Auflage des »Kompaß an Bord« Gegebene.

Das Werk nimmt besonders auf den in der Königlich italienischen Kriegsmarine eingeführten Magnaghi-Kompaß in seiner neueren Form Rücksicht. Dementsprechend ist die D-Kompensation unter Zuhilfenahme von Nadelinduktion eingehender behandelt, als man es sonst findet. Der Verfasser gibt eine Theorie der auf Nadelinduktion beruhenden Kompensationswirkung unter Zugrundelegung der Hypothese, daß das Magnetfeld der Nadel am Orte der Korrektoren als homogen angesehen werden könne (S. 314).

Bei der Untersuchung über den Einfluß der Nadellänge und die Vermeidung der aus ihr entstehenden Deviationsstörungen durch Verwendung von Mehrnadelsystemen (S. 257) wird auch in diesem

Digitized by Google

Buche nicht zwischen den Polen und den Enden der Nadeln unterschieden. Es muß immer wieder darauf hingewiesen werden, daß ohne diese Unterscheidung die ganzen theoretischen Untersuchungen für die praktische Anwendung in der Luft schweben. Es können z. B. Zweinadelsysteme, bei denen die Enden der Nadeln statt ihrer Pole im Winkelabstand von 30° von der Nordsüdlinie angeordnet sind, oktantale Ablenkungen von 4° bis 5° zeigen (vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1904, S. 169).

Die Darstellung in dem Buche ist seinem Zwecke entsprechend ausführlich und klar, die Ausstattung im Druck und besonders in den Figuren eine vorzügliche. Meldau.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie, Karlsruhe: *Anleitung für die meteorologischen Stationen im Großherzogtum Baden.* 8°. 48 S. Karlsruhe 1908. G. Braun.

Eiffel, G.: *Recherches expérimentales sur la résistance de l'air executées à la tour Eiffel.* 98 p. 20 fig. et 20 planch. 16 *M.*

Fitzner, R.: *Beiträge zur Klimakunde des Osmanischen Reiches und seiner Nachbargebiete. II. Meteorol. Beobachtungen in Kleinasien 1903.* 4°. 37 S. Berlin 1907. H. Paetel. 4 *M.*

Meeres- und Gewässerkunde.

Schokalsky et P. J. Schmidt: *Aperçu sur les explorations scientifiques des mers et des eaux douces de l'Empire Russe.* 8°. 70 p. Bordeaux 1907. A. Fourgeau.

Kaiserl. Russ. Geogr. Gesellschaft, Petersburg: *Instruktion für Seenforschung.* Durch eine beständige Kommission für die Untersuchung der Seen Rußlands bei der Phys.-Geogr. Abt. der Gesellschaft. (In russ. Sprache.) 8°. III, 297 p. Petersburg 1908.

Fischerei und Fauna.

Reichs-Marine-Amt: *Beschreibung der wichtigsten deutschen Seefischerei-Fanggeräte in der Nord- und Ostsee und ihre Kennzeichnung, nach Angaben des deutschen Seefischerei-Vereins.* 8°. 24 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Kgl. Preuß. Meteorologisches Institut: *Aspirations-Psychrometer-Tafeln.* Fol. XIV, 90 S. Braunschweig 1908. F. Vieweg & Sohn. 6 *M.*

Terrestrische- und astronomische Navigation.

Graves Showell, P.: *Definations in navigation and nautical astronomy, with explanatory diagrams.* 8°. 116 p. 3 *M.*

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Handelskammer, Bremen: *Aus See nach Bremen Stadt. Wegweiser für Schiffsführer.* Nach amtlichen preußischen, oldenburgischen u. bremischen Quellen bearbeitet. 20. Jahrg. 1908. Mit Segelanweisung für die Befahrung der Weser z. Nachtzeit u. verschied. Abbild. 8°. 276 u. 56 S. Bremen 1908. C. Schünemann. 1.50 *M.*

U. S. Coast and Geodetic Survey: *Philippine Islands Sailing Directions. Section IV. Coasts of Samar and Leyte, and the east coast of Luzon. 3d edit. 1908.* 8°. 168 p. Manila 1908. Bureau of Printing.

Government of Victoria: *General notice to mariners respecting navigation in Victorian Waters.* 8°. 160 p. Melbourne 1907 and Addenda No. 1, 5 pag. Melbourne 1908. J. Kemp.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Reichsamt des Innern, Berlin: *Amtliche Liste der deutschen Seeschiffe m. Unterscheidungssignalen, als Anhang zum internationalen Signalbuch. Abgeschlossen am 1. Jan. 1908.* 8°. 177 S. Berlin 1908. G. Reimer. Kart. 2 *M.*

Bernard, D. H.: *Night signals of world's shipping.* 8°. 128 p. Glasgow 1908. J. Bown & Son. 6 *M.*

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Perels, L.: *Die Seestraßenordnung vom 5. Febr. 1906 und die ihr verwandten Vorschriften.* (2. Ergänzungsband zu »Das Allgem. öffentl. Seerecht im Deutschen Reiche.) 8°. XI, 55 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 1.50 *M.*

Verschiedenes.

Zöppritz, K.: *Leitfaden der Kartenentwurfslehre.* Für Studierende der Erdkunde u. deren Lehrer bearbeitet. In 2. neubearb. u. erweit. Auflage hersg. v. A. Bludau. II. (Schluß-) Tl.: Kartographie u. Kartometrie. 8°. VIII, 109 S. 12 Fig. u. 2 Tab. Leipzig 1908. B. G. Teubner. Geb. 4.40 *M.*

Bolte, F.: *Nautische Bibliothek. Bd. 5.* Schulze, F.: *Segelsport in Deutschland.* 8°. 122 S. Berlin 1908. K. W. Mecklenburg. 1.50 *M.*

Haverkamp, L.: *Die Nordsee-Insel Sylt. Ihr Erwerbsleben und ihre sozialen Verhältnisse, historisch betrachtet.* 8°. VI, 66 S. u. 1 Karte. Berlin 1908. R. Trenkel. 3 *M.*

Digitized by Google

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Teoria della doppia oscillazione diurna del barometro. L. de Marchi. »Atti, Reale Istit. Veneto« Tomo LXVI No. 6 u. »Bollett. bimens. Soc. Meteorolog. Italiana« Ottobre-Novemb. 1907.

Comparison of ship's barometer readings with those deduced from land observations; with notes on the effect of oscillatory motion on barometer readings. E. Gold. »Quart. Journ. Roy. Met. Soc.« 1908 April.

Dell' influenza della luna sulla velocità del vento alla sommità del Säntis e del Sonnblick e del Pike's Peak. »Bollett. bimens. Soc. Meteorolog. Italiana« Ottobre-Novemb. 1907.

Über eigentümliche Temperaturschwankungen v. eintägiger Periode im Wolfgangsee. F. M. Exner. »Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien« 1908.

Sur les relations entre l'insolation et la nébulosité. M. L. Besson. »Annuaire Soc. Météorol. de France« 1908 Mars.

Sur l'application de la télégraphie sans fil à l'amélioration des avertissements météorologiques. G. Darboux. »Comptes Rendus« 1908 Tome CXLVI No. 17.

Sur l'application de la radiotélégraphie à la prévision du temps. »Comptes Rendus« 1908 Tome CXLVI No. 18.

The first weather plant observatory. A novel english experiment. H. J. Shepstone. »Scientif. Americ.« Suppl. 1908 May 2.

Meeres- und Gewässerkunde.

De internationale havundersøgelser 1902—1907. »Skrifter Kommis. Havundersøg.« No. 4.

Welke resultaten het Internationale Onderzoek der Zee tot nog toe heeft opgeleverd en wat men er zich in de toekomst van vörstellt. P. P. C. Hoek. »Mededeel. over Visscherij« 1908 April

Oceanographic researches of His late Majesty King Carlos of Portugal. C. R. Markham. »Geograph. Journal« 1908 May.

Vergleichende Zusammenstellung der Hauptseichesperioden der bis jetzt untersuchten Seen mit Anwendung auf verwandte Probleme. (Schluß.) A. Endrös. »Peterm. Mitteil.« 1908 IV.

Les variations de la chloruration à la surface de la mer du Nord. Ch. Rabot. »La Géographie« 1908 No. 1.

Physikalische und mineralogisch-geologische Untersuchungen von Bodenproben aus Ost- und Nordsee. E. Küppers. »Wissensch. Meeresuntersuchungen«, N. F. Bd. X. Abt. Kiel.

Korallenriffe und Koralleninseln. R. Langenbeck. »Geograph. Anzeiger« 1908 Heft 5.

L'érosion marine en Angleterre. Ch. Rabot. »La Géographie« 1908 No. 2.

Der Tegernsee, eine limnologische Studie. G. Breu. »Mitteil. Geogr. Gesellsch. München« 3. Bd. 1. Heft.

Die Stromlaufveränderungen des Niederrheins zwischen Wupper- und Ruhr-Mündung. A. Puff. »Festschrift d. Naturw. Vereins Krefeld« 1858—1908.

Reisen und Expeditionen.

A plan for increasing the efficiency of marine expeditions. A. Goldsborough Mayer. »Science« 1908 April 24.

Le départ du »Jacques-Cartier« pour la Nouvelle-Zemble. »Le Yacht« 1908 Avril 18.

L'expédition arctique russe de 1905. E. Blanc. »Annal. de Géographie« 1908 Mai 15.

Die neuesten Polarreisen und die nordwestliche Durchfahrt. E. v. Drygalski. »Mar. Rundschau« 1908 Mai.

Arctic exploration. III. »Naut. Magaz.« 1908 No. 5.

Exploration océanographique de la côte ouest du Grönland. Ch. Rabot. »La Géographie« 1908 No. 1.

Expéditions françaises à la mer du Sud avant Bougainville. E. Clonzot. »La Géographie« 1908 No. 2.

Fischerei und Fauna.

La carte des Mollusques comestibles des côtes de France. L. Joubin. »Annal. de Géographie« 1908 Mai 15.

La pêche à la baleine dans les régions sud et est de l'Amérique du Sud en 1907. J. Charcot. »La Géographie« 1908 No. 2.

Beiträge zur Altersbestimmung der Fische. II. Die innere Struktur der Schollen-Otolithen. F. Immermann. »Wissensch. Meeresuntersuchungen« N. F. Bd. VIII. Abt. Helgoland. Hft. 2.

Eier und Larven der im Winter laichenden Fische der Nordsee. I. Einleitung und Übersicht über die Fahrten nebst Fangtabellen. S. Strodtmann. Ebenda.

Versuche mit gezeichneten Flundern und Elbbutt (Pleuronectes flesus). E. Ehrenbaum. Ebenda.

Über Eier und Jugendformen der Seezunge und anderer im Frühjahr laichenden Fische der Nordsee. E. Ehrenbaum. Ebenda.

Marking experiments on plaice and cod in Icelandic Waters. J. Schmidt. »Meddelelser Kommiss. Havundersøg.« Serie: Fiskeri, Bd. II No. 6.

Digitized by Google

On the post-larval development of the Hake (Merluccius Vulgaris Flem.). J. Schmidt. Ebenda. No. 7.

On the post-larval development of some North Atlantic Gadoids (Raniceps Raninus [Linné] and Molva Elongata [Risso]). J. Schmidt. Ebenda. No. 8.

The Peridiniales of the Danish Waters. O. Paulsen. Ebenda. Serie: Plankton, Bd. I No. 5.

Das Ostseeplankton der vier deutschen Terminfahrten im Jahre 1905. H. Döwer. »Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen«. N. F. Bd. X. Abt. Kiel.

Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. H. Lohmann. Ebenda.

Physik.

Der Beiwert k in der Formel $W = k\gamma \cdot F \frac{v^2}{2g}$ für den Wasserwiderstand bewegter, plattenförmiger und prismatischer Körper. H. Engels u. Fr. Gebers. (Schluß.) »Schiffbau« 1908 Jan. 8.

Bemerkungen zur Schiffswiderstandstheorie von H. Lorenz. »Schiffbau« 1908 Jan. 8 u. 22.

Diagramm für Schiffswiderstand und Maschinenleistung. N. Olsen. »Schiffbau« 1908 März 11.

Ein Beitrag zur experimentellen Ermittlung des Wasserwiderstandes gegen bewegte Körper. F. Gebers. »Schiffbau« 1908 März 25 u. April 8.

Über absolute Messungen der Schallintensität. Die Raleigh'sche Scheibe. W. Zernov. »Annalen d. Physik« 1908 Nr. 6.

Studies on the phenomena of the evaporation of water over lakes and reservoirs. II. The observations on evaporation made at the reservoir in Reno, Nev., August 1 to Septemb. 15, 1907. III. Discussion of the observations made at Reno, Nev., August 1 to Septemb. 15, 1907. Frank H. Bigelow. »Washingt. Monthly Weather Review« 1908 Febr.

Sulla compensazione empirica delle bussole. A. Santi. »Rivista Maritt.« 1908 Aprile.

Sur la mesure directe de la composante verticale du magnétisme terrestre. Application à l'exploration de la chaine des puys. B. Brunhes et P. David. »Comptes Rendus« 1908 Tome CXLVI No. 16.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Ein neues Verfahren zur Bestimmung von Meerestiefen, bei welchem die Geschwindigkeit des Schalles im Wasser als Maß für die Tiefe benutzt wird. »Mitteilg. a. d. Gebt. d. Seewesens« 1908 Nr. 5.

Submarine telephone and its use. S. P. Elliott. »Naut. Magaz.« 1908 Nr. 5.

Regla de navegación de 26 c/m (Conclus). R. Fontenla y Maristany. »Revista Gen. de Marina« 1908 Abril.

Terrestrische und astronomische Navigation.

Calcolo grafico degli elementi necessari nella navigazione ortodromica nel caso in cui si stabilische di non oltrepassare un parallelo di latitudine nota. L. Masnata. »Riv. Maritt.« 1908 Aprile.

Détermination des longitudes en mer par la télégraphie sans fil. E. Guyou. »Comptes Rendus« 1908 Tome CXLVI No. 15.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Danzig als Seestadt. O. Schulze. »Die Flotte« 1908 Nr. 5.

Begradigung der vertieften Schiffahrtsstraße Stettin—Swinemünde. »Hansa« 1908 Nr. 21.

L'état actuel du port de Saint-Nazaire. A. Vacher. »Annal. de Géographie« 1908 Mai 15.

Marseille (Nachtrag zum Shb. Mittelmeer I. Teil), *Ascension-Bucht* (Ostküste von Mexico), *Puerto Morelos* (Ostküste von Mexico), *Mujeres* (Ostküste von Mexico), *Strömungen im Yucatan-Kanal und Golf von Mexico, Cuyo* (Nordküste von Yucatan), *Progreso* (Nordküste von Yucatan), *Laguna de Terminos* (Golf von Mexico), *Puerto Mexico* (Coatzacoalcos), *Talcahuano, Concepcion-Bucht* (Chile), *Tomé* (Chile), *Penco* (Chile), *Luf-Atoll* (Berichtigung). »Pilote« 1908 Heft 46.

Über die Zunahme der Abmessungen der Handelsschiffe und die Tiefen der hauptsächlichsten Welthäfen. »Hansa« 1908 Nr. 18 u. 19.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Optische Kurssignale. »Hansa« 1908 Nr. 20.

Appliances for manipulating lifeboats on sea-going vessels. A. Welin. »Journl. Franklin Instit.« 1908 April.

Der Schiffbau im Jahre 1907. F. Meyer u. H. Dorwaldt. »Schiffbau« 1908 Febr. 26, März 11, April 8 u. 22.

Le bassin d'essai des carènes de la marine française. Sauvaire Jourdan. »La Nature« 1908 Avril 18.

Une disposition nouvelle des cales de navires. D. Bellet. »La Nature« 1908 Avril 18.

Änderungen der Bauvorschriften des englischen Lloyd von 1907 bis 1908. »Schiffbau« 1908 März 11.

Electricity and navigation. V. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 Nr. 5.

L'idroplano. G. A. Crocco. »Riv. Maritt.« 1908 Aprile.

Digitized by Google

A submarine boat for sponge fishing. Jourdan. »Scient. Americ.« 1908 May 9.
Über den elektromotorischen Antrieb des Wechselschiebers der Dampfrudermaschine. A. Stauch. »Schiffbau« 1908 Mai 13.
Over het conserveeren van stoomketels door »gassen«. W. P. Jorissen. »Marineblad« 1908 Mei.

Handelsgeographie und Statistik.

Japans Handelsschiffahrt. P. Martell. »Schiffbau« 1908 Jan. 22.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Entscheidungen des Reichsgerichts. Seeversicherung, Seegefahr u. Kriegsgefahr, Nehmung wegen Kontrebande. »Hansa« 1908 Nr. 18.
— —. *Veräußerung einer Schiffspart an einen Ausländer ohne Zustimmung der Mitreeder.* »Hansa« 1908 Nr. 20.
— —. *Schiffszusammenstoß. Geltendmachung des Schiffsgläubigerrechts.* »Hansa« 1908 Nr. 21.

Verschiedenes.

Über die Genesis der nautischen Kartenprojektion G. Mercator's. S. Günther. »Festschrift d. Naturw. Vereins Krefeld« 1858—1908.
Schiffbauschulen in Nord-Amerika. P. Martell. »Schiffbau« 1908 März 11.
Das blaue Band des Ozeans. S. Bock. »Schiffbau« 1908 Febr. 12.
Oceans and enclosed seas: a study in anthropo-geography. E. Ch. Semple. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1908 April.

Die Witterung an der deutschen Küste im April 1908.[1])

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min. < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum	10.4 m	59.6	— 0.4	71.8	16.	43.6	24.	5.6	7.5	6.0	6.1	— 0.7	0	0
Wilhelmshaven	8.5	59.4	— 0.8	71.4	16.	44.7	24.	5.2	7.8	5.3	5.7	— 1.2	3	0
Keitum	11.3	58.7	— 1.2	72.1	16.	44.1	21.	4.3	7.1	5.0	5.1	— 0.8	0	0
Hamburg	26.0	59.4	— 0.7	71.2	16.	44.9	18.	4.7	8.2	6.1	5.9	— 1.5	2	0
Kiel	47.2	59.2	— 0.9	72.1	16.	44.8	18.	4.4	7.3	4.7	5.0	— 0.9	2	0
Wustrow	7.0	59.1	— 1.0	72.7	15.	42.5	19.	3.6	6.6	5.3	4.8	— 1.1	4	0
Swinemünde	10.0	59.0	— 1.4	72.0	15.	40.2	19.	5.0	6.6	5.1	5.3	— 1.0	1	0
Rügenwaldermünde	6.9	59.5	— 1.0	73.6	15.	41.1	19.	4.4	6.9	4.2	4.7	— 0.5	6	0
Neufahrwasser	4.5	59.4	— 1.3	74.0	15.	41.3	19.	4.6	6.8	4.7	5.0	— 1.0	3	0
Memel	11.7	59.7	— 0.9	74.0	14.	41.1	19.	4.3	7.1	5.0	5.0	— 0.4	4	0

Stat.	Temperatur-Extreme Mittl. tägl. Max.	Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit Absolute, Mittl. mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	8.1	4.0	12.7	15.	1.4	20.				6.1	88	79	85	6.7	6.0	5.0	5.9	
Wilh.	8.8	2.6	17.0	24.	—1.4	21.	1.5	2.3	1.6	5.6	84	71	82	6.4	6.6	5.8	6.3	
Keit.	9.8	3.3	14.8	28.	0.1	20.21.				6.3	94	92	93	5.1	5.4	5.9	5.5	
Ham.	9.5	2.7	13.9	24.	—0.8	21.	1.7	2.7	1.5	5.7	88	70	82	7.5	7.5	6.0	7.0	
Kiel	7.7	2.2	13.8	24. 30.	—1.0	21.	1.0	2.1	1.6	5.5	88	72	84	6.9	6.8	5.7	6.4	
Wus.	7.6	2.4	14.6	24.	—1.0	20.	1.3	1.9	1.6	5.6	90	78	85	7.3	6.2	6.3	6.6	
Swin.	7.9	3.0	15.6	24.	—0.5	21.	1.2	2.2	1.3	5.3	81	74	81	7.4	7.7	6.2	7.1	
Rüg.	8.0	1.7	18.1	25.	—2.3	8.	1.3	2.3	1.7	5.4	87	74	87	7.4	7.9	5.8	7.0	
Neuf.	7.7	2.6	16.7	24.	—1.1	21.	1.3	1.9	1.4	5.5	84	77	86	7.5	7.8	6.9	7.4	
Mem.	8.2	2.0	13.2	18.	—1.1	21.	1.4	2.3	2.0	5.1	80	69	79	8.1	7.0	7.5	7.5	

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Digitized by Google

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
	8h V–8h N	8h N–8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≧ 0.2 mm	1.0	5.0	10.0	K u. T	Sonn.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek. Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	28	15	43	+ 9	9	26.	17	11	2	0	1	0	3	6				
Wilh.	29	33	62	+ 29	10	4.	17	14	4	0	1	0	2	8	?			6. 18. 21.
Keit.	42	31	73	+ 41	16	24.25.	11	11	6	2	1	0	4	4	5.4			18. 19. 21.
Ham.	53	38	91	+ 49	20	25.	21	18	5	1	3	0	2	11	5.0	+0.3		21. 22. 24.
Kiel	20	39	58	+ 18	13	26.	17	15	3	2	0	0	3	12	4.8	—0.1		21.
Wus.	28	20	49	+ 21	11	18.	11	11	4	1	1	0	3	9	3.6	(—1.3)		21.
Swin.	21	13	34	+ 1	5	19.	16	10	0	0	1	0	1	11	3.4	—1.2		(26.)
Rüg.	24	17	41	+ 12	8	28.	12	8	5	0	0	0	0	12	5.2			—
Neuf.	14	22	36	+ 2	9	16.	14	8	4	0	0	0	3	17	4.4			30.
Mem.	4	19	23	— 5	7	28.	11	7	1	0	1	0	1	15	3.8			—

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	5	8	22	2	4	0	0	1	3	2	11	0	4	0	19	8	1	3.3	3.7	3.1
Wilh.	15	6	10	10	7	0	1	1	5	5	8	5	2	2	9	1	3	3.4	4.2	3.2
Keit.[1]	6	33	1	3	8	0	4	0	1	5	15	1	3	0	5	4	1	3.0	3.4	3.0
Ham.	0	9	14	11	1	0	3	2	2	5	4	9	2	12	6	10	0	3.4	3.8	3.4
Kiel	7	5	16	6	10	0	0	5	5	5	2	2	5	6	6	5	5	3.3	3.4	3.0
Wus.	5	4	31	1	4	1	5	4	3	1	4	4	9	2	3	0	9	3.3	3.5	2.7
Swin.	8	8	22	6	4	1	1	3	5	2	6	8	5	0	3	5	3	2.8	3.8	2.7
Rüg.	2	4	11	18	7	2	4	4	4	4	3	7	5	1	2	2	10	3.0	3.6	2.9
Neuf.	9	11	14	8	4	4	3	6	6	3	7	2	1	1	4	7	0	2.1	3.4	2.8
Mem.	0	1	13	9	12	7	7	5	4	9	3	1	4	2	7	2	4	2.3	2.6	2.1

Die Witterung an der deutschen Küste im Monat April war im Mittel ziemlich kühl und im Westen niederschlagsreich.

Die Luftdruckwerte hielten sich im Durchschnitt etwas unterhalb der Normalen, und auch die registrierten Windgeschwindigkeiten erreichten den Normalwert des Monats April meist nicht ganz. Stürme traten verhältnismäßig selten auf, namentlich am 6., 18. und 21.; sie wehten meist aus nördlichen Richtungen, während die vorherrschende Windrichtung im Bereich des deutschen Küstengebiets die östliche war. Nebel stellte sich sehr selten ein, in größerer Verbreitung nur am 30. April, während heiteres Wetter am 7., 8., 15., 16. und 28. in größerer Ausdehnung herrschte. Nur an drei Tagen traten Gewitter auf, besonders zeichnete sich der 24. durch verbreitete Gewitter aus.

Was die Luftdruckverteilung während des April betrifft, so befand sich das deutsche Küstengebiet größtenteils im Bereich von Tiefdruckgebieten, die das verhältnismäßig kühle und regnerische Wetter im Gefolge hatten. Nur vom 6. bis 8. und vom 15. bis 16. und am 28. und 29. war das Wetter trocken und vorwiegend heiter, da an diesen Tagen die Küste an der Grenze von Hochdruckgebieten lag.

Vom 1. bis 5. April kam das deutsche Küstengebiet in den Bereich von Depressionen, die vom Nordwesten Europas her in den Kontinent eindrangen. Am 1. lag ein Hochdruckgebiet über der Biscayasee, und ihm gegenüber ein Tiefdruckgebiet mit seinem Kern über dem Nordmeer und einem bis nach der Ostsee vorgeschobenen Ausläufer. Diese Depression entfernte sich nordostwärts, während das genannte Maximum sich nordostwärts ausbreitete und am 2. zeitweiliges Aufklaren hervorrief. Eine neue Depression aber erschien südlich von Irland und drang anfangs ost-, am 4. aber südostwärts vor und vereinigte sich

[1] Die Windrichtungen von Keitum sind nicht ganz sicher.

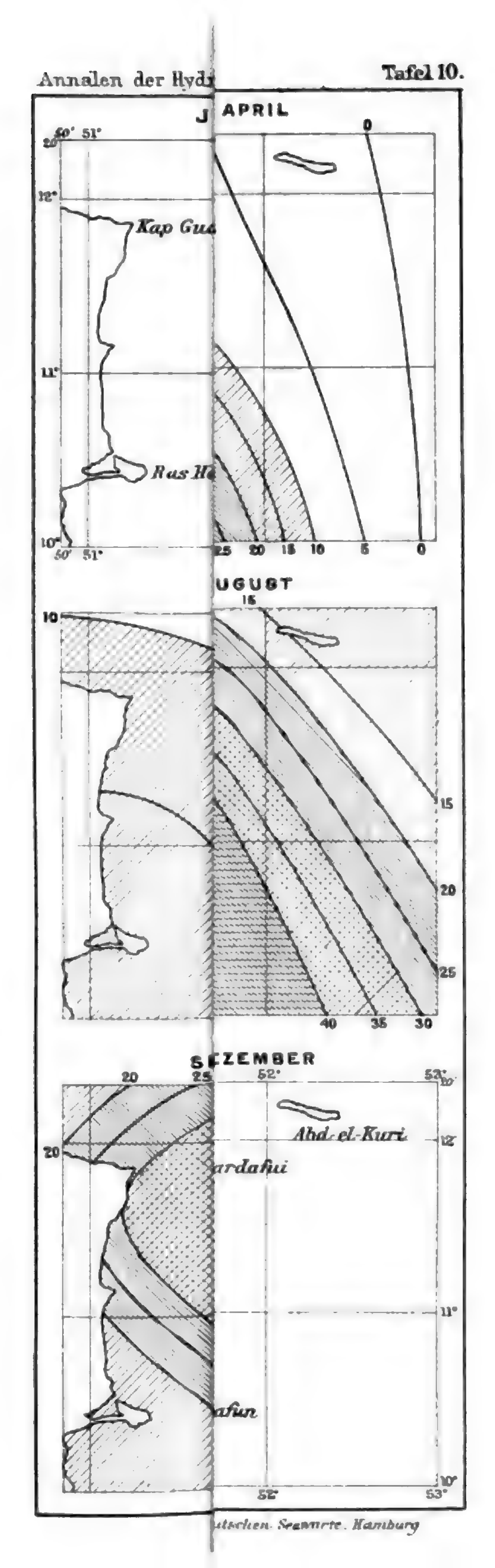
am 5. mit einem Tiefdruckgebiet über dem Mittelmeer zu einer fast das gesamte Mittel- und Westeuropa bedeckenden Depression, während sich auf ihrer Westseite ein Rücken hohen Drucks entwickelte. Die Witterung blieb an diesem Tage bei vorwiegend südwestlichen Winden trüb und regnerisch und ziemlich kühl, nur am 3. trat etwas Erwärmung ein. Die kontinentale Depression zog alsdann langsam süd- und südostwärts weiter, während ein neues Tiefdruckgebiet bei Island erschien und den genannten Rücken hohen Drucks am 6. nach Mitteleuropa drängte. Hierbei entwickelte sich eine lebhaftere Luftströmung, die teilweise zu stürmischen Winden anwuchs, die aus nordöstlicher Richtung wehten. Der Himmel klarte aber bald auf, und bei schwachen nordöstlichen Winden herrschte bis zum 8. heiteres, trockenes und kühles Wetter. An dem letzteren Tage trat das genannte Hochdruckgebiet mit einem anderen in Westrußland gelegenen in Verbindung, während ein Ausläufer der kontinentalen Depression westwärts nach dem deutschen Küstengebiet vorrückte. In der Folge erhielt sich bis zum 14. niedriger Luftdruck über Kontinentaleuropa gegenüber hohem Luftdruck über dem Norden des Erdteils, so daß an diesen Tagen andauernd regnerisches, kühles Wetter bei östlichen Winden herrschte. Die Ausbreitung des Hochdruckgebiets nach Süden brachte am 15. und 16. das erwähnte gute Wetter. Im Laufe des 16. zerfiel das Hochdruckgebiet, indem sich eine Rinne niedrigen Luftdrucks über dem Süden der Ostsee entwickelte, die eine Verbindung zwischen einer Depression über Nordosteuropa und derjenigen über Kontinentaleuropa herstellte.

Die Hochdruckgebiete zogen sich schnell zurück, indem Minima von Norden und Süden nach Mitteleuropa vordrangen, von denen besonders ein Minimum durch seine Bahn bemerkenswert war, indem es vom 20. bis 23. vom norwegischen Meer über das Skagerrak und Südschweden nach dem Bottnischen Meerbusen vordrang. Während dieser Tage bis zum 24. war das Wetter andauernd regnerisch und meist kühl; nachdem bereits ein tiefes Minimum über dem Süden der Ostsee starke bis stürmische Winde aus nördlichen Richtungen, am 18. an der Nordsee und am 19. auch im Westen der Ostsee hervorgerufen hatte, traten solche am 21. ostwärts bis Pommern und am 22. noch an der pommerschen Küste im Gefolge des wegen seiner Bahn hervorgehobenen Minimums ein. Die nördlichen Winde führten am 20. und 21. an der ganzen Küste Frost herbei.

Wenn auch ein Hochdruckgebiet über Nordosteuropa am 24. und 25. die fast ganz Europa bedeckende Depression westwärts zurückdrängte, so erhielt sich in der Folge bis zum 29. niedriger Luftdruck über Mitteleuropa, indem Ausläufer der ozeanischen Depression von der Biscayasee nordostwärts und an den letzten Tagen des Monats von Südosteuropa nach dem Ostseegebiet vordrangen; südöstliche Winde führten am 24. und 25. die höchsten Temperaturen des Monats herbei. Am 28. traten Hochdruckgebiete über Südwesteuropa und dem Nordmeer durch einen Rücken hohen Luftdrucks über der Nordsee in Verbindung, so daß nach andauernd regnerischer Witterung ostwärts bis zur Oder trockenes und heiteres oder nebliges Wetter eintrat, das bis zum Schluß des Monats anhielt.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Digitized by Google



J APRIL
Kap Gu
Ras H
UGUST
SEZEMBER
Abd-el-Kuri
ardafui
afun

am
Mitt
seit
Tag
küh
alsd
geb
Mitt
teil
Der
her
Tag
gele
wes
sich
Luf
reg
des
Wet
niec
bin
Kon

und
sein
Mee
vor
reg
der
der
solc
Küs
nör

fast
sich
Aus
den
dra
des
den
bin
tro
Mo

Digitized by Google

ıntischen Ozean

Hbg.-Am.-Linie

a
M
s
T
k
a
g
M
t
I
h
T
g
w
s
I
r
d
V
n
h
F

u
s
M
v
r
d
d
s
K
n

f
s
A
d
d
d
d
b
t
M

Monatskarten für den Indischen Ozean.

Unter diesem Titel werden in wenigen Tagen seitens der Deutschen Seewarte Karten zur Verausgabung gelangen,[1]) welche ähnliche oder gleiche Zwecke für die indischen Gewässer erfüllen sollen, wie dies seit 1902 durch die Ausgabe der Monatskarten für den Nordatlantischen Ozean geschieht. Die neuen Monatskarten sollen für die indischen, australischen und ostasiatischen Meere dem Führer sowohl eines Dampfers als auch eines Seglers in möglichst klarer kartographischer Darstellung ein Bild von den zu erwartenden Wind-, Wetter- und Stromverhältnissen gewähren und in nicht wenigen Fällen ihm den zu befolgenden Schiffsweg direkt vorzeigen, in anderen Fällen die Einzeichnung des empfehlenswertesten Weges wesentlich erleichtern.

Das Verfahren, wonach der Schiffahrt Karten von den physikalischen Verhältnissen der einzelnen Monate zur Verfügung gestellt werden, hat sich wohl allgemein als richtig bewährt; und wenn dies Prinzip schon für die nordatlantischen Wetterkarten sich empfohlen hat, so mußte es für den Indischen Ozean erst recht unumgänglich erscheinen, da in keinem Meere der Erde die Änderungen in Wind, Wetter und Strom von Monat zu Monat so durchgreifender Natur sind wie im Indischen — man denke nur an die Monsune und ihre Folgen. Und gerade deshalb auch dürften die neuen Monatskarten, wenn sie in den praktischen Schiffahrtskreisen Aufmerksamkeit und Beachtung finden, bei der weitgehenden Abhängigkeit der Dampfer- und Seglerwege von den außerordentlichen jahreszeitlichen Änderungen der natürlichen Verhältnisse im Indischen Ozean einen vergleichsweise großen praktischen Nutzen stiften können.

Eine wesentliche Abweichung von den atlantischen Monatskarten liegt darin, daß die neuen indischen Monatskarten nicht für die Monate eines einzelnen bestimmten Jahres, sondern allgemein für die Monate, deren Namen sie tragen, gelten, und also auch nicht in jedem Einzelmonat neu ausgegeben werden; da Wracks und Treibeis, die von Tag zu Tag ihre Position ändern und an und für sich im Nordatlantischen Ozean häufig sind, im Indischen Ozean eine ähnliche die Schiffahrt bedrohende Rolle im allgemeinen nur in sehr geringem Grade spielen, erschien es tunlich, von ihrer speziellen, jeweiligen Eintragung ganz abzusehen und damit den Karten den Charakter dauernder Gültigkeit — soweit möglich — zu wahren. Für diesen Entschluß kam auch der Umstand mit in Wirkung, daß die einmalige Drucklegung einer großen Auflage der Monatskarten unvergleichlich billiger ist als die wiederholte einer kleinen Auflage.

Was nun die geographische Grundlage und den Umfang des dargestellten Meeresgebietes anlangt, so reichen die neuen Karten von etwa 30° N-Br. bis 53° S-Br. und von 18° O-Lg. bis 158° O-Lg.; hiernach sind einbegriffen das Rote Meer von Suez ab, der Persische Golf, die nordindisch-ostasiatischen Gewässer einschließlich der Japan-See, der ganze südliche Indische Ozean vom Kap der Guten Hoffnung an bis zur Ostküste Australiens, diese ebenfalls mitgerechnet. Da die Blätter aus äußeren Gründen nicht zu groß werden durften, ist der Maßstab der indischen Karten kleiner als der der nordatlantischen; doch hat die Übersichtlichkeit kaum gelitten, obwohl stellenweise allerdings eine gewisse Häufung der Schiffahrtslinien, Windsterne, Strompfeile usw. nicht ganz zu ver-

[1]) Die Karten können durch die Land- und Seekartenhandlung von Eckardt & Meßtorff-Hamburg zum Preise von 1 Mk. für jedes Blatt einzeln bezogen werden; es werden auch die 13 Blatt (12 Monatskarten und ein Entfernungs- und Wegeblatt) zum Preise von 12 Mk. zusammengeheftet abgegeben. Mitarbeiter zur See erhalten die Karten auf Ansuchen gratis, soweit der Vorrat reicht.

Digitized by Google

meiden gewesen ist. Ein Grad am Äquator wird durch eine Länge von rund 6 mm repräsentiert.

Die festländischen Küsten sind mit aller Sorgfalt niedergelegt; die Linien gleicher magnetischer Mißweisung gelten für 1910, und ein kleines, auf der Rückseite jeder Karte eingesetztes Nebenkärtchen gestattet, soweit notwendig oder wünschenswert, den Betrag der jährlichen Änderung der Mißweisung für die verschiedenen Meeresteile anzubringen. Da ein Teil des Indischen Ozeans dem Gebiete mit östlicher Mißweisung zugehört, so ist, um von vornherein die Entstehung von Irrtümern möglichst zu vermeiden, dies Gebiet durch einen hellgrünen Flächenton noch besonders herausgehoben.

In blauer Farbe sind die vorherrschenden Winde in jedem einzelnen Fünfgradfelde dargestellt. Windhäufigkeiten von weniger als $2^0/_0$ sind aus technischen Gründen in den Karten nicht mit berücksichtigt. Die an den Windpfeilen sitzenden Federn, welche die Windstärke kennzeichnen, sind — abweichend von den nordatlantischen Monatskarten — jeweils nur an einer Seite des Pfeiles angebracht, und zwar auf N-Br. links, auf S-Br. rechts, so daß der niedrigere Luftdruck stets an der Seite zu suchen ist, an der die Federn sitzen. Dies Verfahren dürfte die Klarheit der Auffassung der Windverhältnisse ganz erheblich unterstützen in einem Ozean, der auf N- und S-Br. ausgedehnt ist, und zwar besonders dann, wenn der Schiffsführer die in jeder Halbkugel gültigen einfachen Beziehungen zwischen Luftdruck und Wind vor Augen hat: Diese Beziehungen sind in schematischen Skizzen und in kurzen Leitsätzen (Buys Ballotsches Gesetz) auf der Rückseite der Junikarte noch einmal zusammengestellt. Um welch bedeutenden Grad die Arbeitsleistung allein schon bei der Berechnung der indischen Windsterne größer gewesen ist als bei der entsprechenden des Nordatlantischen Ozeans, dafür genüge die Angabe, daß jedes einzelne indische Blatt 314 Windsterne gegenüber 157 nordatlantischen enthält. Die materielle Unterlage für die Windkarten wurde durch die deutschen Schiffsbeobachtungen der meteorologischen Tagebücher in erster Linie, durch alle erreichbaren in- und ausländischen gedruckten Quellen in zweiter Linie beschafft. Mit Sorgfalt und nach wiederholtem Durcharbeiten der einschlägigen Verhältnisse sind die mittleren Grenzen der einzelnen Windsysteme eingetragen. Eine Signatur ist für den Fall, daß ein Windgebiet in das andere unmittelbar übergeht, neu eingeführt; so geht z. B. im Westen, d. h. nahe an der afrikanischen Küste, der SO-Passat direkt in den SW-Monsun über. Auch die Sturm- und Orkanbahnen sind in Bild und Wort berücksichtigt.

Die Sturmsignale konnten in ihrer bunten Mannigfaltigkeit leider nicht auf jedem Blatt abgebildet werden; die Rückseite jeder Karte enthält einen Schwarzabdruck dieser Signale, bei dem durch Schraffur und beigesetzte Abkürzungen (Buchstaben) die tatsächlich benutzte Farbe der Flaggen usw. nach Möglichkeit angedeutet ist. Eine volle, farbige Übersicht der Sturmsignale aller an den Indischen Ozean grenzenden Länder ist jedoch auf der Rückseite des Blattes 13 der Monatskarten enthalten, zusammen mit einer ebenfalls farbigen Abbildung der Tonnen- und Bakensysteme dieser Gebiete. Warum dies dreizehnte Blatt den 12 Monatskarten beigefügt wurde, soll bei den Schiffswegen erörtert werden.

Von meteorologischen Verhältnissen ist außerdem die Häufigkeit des Nebels und unsichtigen Wetters berücksichtigt, desgleichen die Lufttemperatur, letztere in kleinen Spezialkärtchen auf der Rückseite, und zwar auch die Lufttemperaturen über Land. Dies gilt natürlich auch von den Linien gleichen Luftdruckes, die ebenfalls in solchen Kärtchen der Rückseite eingetragen sind. Die Wärmeverhältnisse des Wassers sind ebendaselbst dargestellt, einmal im Überblick für den ganzen Ozean, sodann im Detail auf den Monatskarten April bis Oktober für die Gewässer an der Somaliküste und bei Sokotra, auf den Monatskarten November bis März für die Formosastraße: in beiden Fällen aus dem Grunde, weil in den genannten Monaten der Beobachtung der Wassertemperatur der betreffenden Meeresgegenden eine erhebliche navigatorische Bedeutung innewohnt.

Digitized by Google

Eine ganz besondere Sorgfalt ist den Stromangaben gewidmet; beeinflussen die Strömungen doch nächst den Winden die Reisen am meisten, und um welch hohe Beträge es sich dabei zeitweise handeln kann, davon hat schon der im Jahre 1905 herausgegebene »Atlas der Stromversetzungen auf den wichtigsten Dampferwegen des Indischen Ozeans« Zeugnis abgelegt. Da die Seewarte ihr in dieser Hinsicht äußerst reichhaltiges Originalmaterial voll aufzuarbeiten seit Jahren beschäftigt ist, konnten in den neuen indischen Monatskarten mancherlei prinzipielle Fragen über Stromverhältnisse berücksichtigt werden, die die atlantischen Monatskarten noch nicht beantworten, so z. B. über Ort und Häufigkeit der Stromstillen, über den Grad der Veränderlichkeit der Strömung u. a. m. Kurzgefaßte Texte geben einige Erläuterung zu der meteorologischen und ozeanographischen Kartendarstellung, desgleichen auch zu den

Schiffswegen. Bei der Eintragung dieser Routen war weitgehende Beschränkung geboten; es wurden vorzugsweise solche Wege eingezeichnet, bei denen Wind und Strom eine besondere Berücksichtigung verlangen und Abweichungen vom kürzesten Weg (größten Kreis) vorteilhaft oder notwendig erscheinen. Dies gilt nicht nur von den Wegen für Segler, sondern auch von denen für die Dampfer, und die Seewarte würde es als einen wesentlichen Gewinn betrachten, wenn die Benutzung der neuen Monatskarten bei den Schiffsführern immer mehr die Überzeugung befestigte, in wie hohem Grade es wirtschaftlich vorteilhaft ist, auch auf kräftigen Dampfern Wind und Wetter bei der Absetzung der Kurse von vornherein in Rechnung zu ziehen, und wie verkehrt ein »Durchhalten unter allen Umständen« ist. Die Anführung eines Beispiels genüge, um den Einfluß von Wind und Strom auf die Fahrt zu kennzeichnen und auch für nicht eingetragene Dampferwege die neuen Monatskarten nutzbar zu machen. Es handele sich um die Ermittlung des für einen 11 Knoten-Dampfer von rund 5500 tons Brutto-Raumgehalt vorteilhaftesten Weges von Durban nach dem Eingang der Sundastraße.

Schnittpunkte auf drei verschiedenen Dampferwegen von Durban nach Java Head.

Weg	40° O-Lg.	50° O-Lg.	60° O-Lg.	70° O-Lg.	80° O-Lg.	90° O-Lg.	100° O-Lg.	
1. Größter Kreis	29.4	28.1	25.9	23.0	19.2	14.7	9.7	S-Br.
2. Weg über 80° O in 30° S	31.5	32.3	32.3	31.5	30.0	22.1	12.3	S-Br.
3. Weg über 90° O in 30° S	31.9	33.3	33.6	33.2	32.0	30.0	15.8	S-Br.

Die Distanz auf dem Weg Nr. 1 beträgt 4372 Sm, auf Weg Nr. 2 4513 Sm, auf Weg Nr. 3 4663 Sm. Die Reise des 11 Knoten-Dampfers wird jedoch infolge Gegenandampfens gegen Wind, Strom und Seegang auf dem ersten Weg, alle auf den Monatskarten dargestellten Verhältnisse erwogen, im Durchschnitt 18 Tage 16 Stunden erfordern, während der Weg Nr. 2, bei dem Wind und Seegang vorwiegend raum läuft, trotz der um 141 Sm größeren Distanz nur 16 Tage 18 Stunden, Weg Nr. 3 in ähnlicher Weise nur 17 Tage 6 Stunden erforderlich machen wird. — Um eine möglichst detaillierte Übersicht der Entfernungen auf den verschiedenen Dampferwegen des gesamten Indischen Ozeans zu geben, ist den zwölf Monatskarten ein dreizehntes Blatt beigefügt, das sogenannte Wege- oder Distanzblatt, das ebenfalls einzeln bezogen werden kann; es enthält auf seiner Rückseite, wie schon oben erwähnt, die farbige Abbildung der Sturmsignale und der Seezeichensysteme.

Auch die Rückseiten der eigentlichen Monatskarten sind nahezu ganz mit den verschiedenartigsten nautischen, meteorologischen und ozeanographischen Notizen oder Aufsätzen bedeckt, so daß hier dem Seemann auf verhältnismäßig kleinem Raum vielerlei geboten wird, was, solange das Dampferhandbuch für den Indischen Ozean noch nicht erschienen ist, manche Hilfe bei der Navigierung leisten dürfte. Es seien u. a. genannt: »Ortsübliche Zeiten in den Häfen des Indischen Ozeans«, »Der Mauritius-Orkan vom 3. März 1861«, »Vergleichende Strombeobachtungen auf dem Dampferwege zwischen Ceylon und Kap Leeuwin«,

Digitized by Google

»Abhängigkeit der Taifunbahnen von der Luftdruckverteilung«, »Westliche Stürme in der Baß-Straße 4. September 1895«, »Die Zeitsignalstationen im Bereich der Karten«, »Dampferwege von Südafrika nach Australien« usf.

Die Monatskarten sind das Ergebnis nahezu fünfjähriger Arbeiten; schon 1903 wurde der Plan hierzu gefaßt. Mit dem Dank an alle Mitarbeiter zur See, die durch ihre unermüdlichen Beobachtungen die wesentliche Grundlage beschafft haben, verbindet die Seewarte den Wunsch, daß die Karten in den Kreisen der Praxis Eingang finden mögen. Sie sind ja auch wiederholt verlangt worden, und es war der Seewarte eine Genugtuung, zu sehen, wie schon während des Drucks selbst um Korrekturblätter dieser Karten seitens der die Seewarte besuchenden Kapitäne gebeten wurde.

Es erscheint sodann billig zu erwähnen, daß die geographisch-lithographische Anstalt von J. Köhler-Hamburg keine Mühe gescheut und den zum Teil sehr schwierigen und peinlich genau herzustellenden Druck mit aller denkbaren Sorgfalt ausgeführt hat. Im vorliegenden Falle kam es ganz besonders auf Genauigkeit an, weil etwaige Fehler nicht sobald beseitigt werden können wie bei der in jedem Monat neu zu druckenden Auflage der atlantischen Karten. Bei der Fülle des in den indischen Karten niedergelegten Materials kann die Seewarte nicht die Meinung haben, in allen Punkten sogleich alle Wünsche oder Erfordernisse erfüllt zu haben; es werden daher die Interessenten um Mitteilung von etwaigen Verbesserungsvorschlägen, Druckfehlern u. dgl. gebeten, wobei allerdings bemerkt werden muß, daß ihre Berücksichtigung naturgemäß erst bei einer zweiten Auflage erfolgen kann.

Hamburg, den 1. Juli 1908. Die Deutsche Seewarte.

Die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten im Winter 1907/08.

(Hierzu Tafel 12.)

Seit einer Reihe von Jahren befaßt sich die Deutsche Seewarte im Interesse der Schiffahrt mit der systematischen Beobachtung und Erforschung der Eisverhältnisse in den heimischen Küstengewässern. Zu diesem Zweck waren auch in der letzten Eissaison (Winter 1907/08) wieder eine Reihe von Stationen tätig, um die Eisbesetzung an den Küsten und in den Häfen zu beobachten und das Material an die Deutsche Seewarte zur Bearbeitung einzusenden. Wesentliche Veränderungen gegenüber den Vorjahren wurden weder in der Art der Beobachtung noch in der Berichterstattung seitens der Deutschen Seewarte vorgenommen. Die Zahl der Eisbeobachter an der deutschen Nordseeküste wurde um 2 (auf dem Feuerschiff Borkum) vermehrt, so daß hier während des letzten Winters 27 Eisbeobachter tätig waren, gegenüber 35 Beobachtern an der deutschen Ostseeküste. Die von diesen Beobachtern angestellten Beobachtungen wurden wieder wie in den vorangegangenen Jahren telegraphisch gemeldet und von der Deutschen Seewarte in den täglichen Beilagen zu den täglichen Wetterberichten veröffentlicht; außerdem wurden die Beobachtungen von den Beobachtern in Monatsübersichten zusammengestellt, die noch zum Teil durch andere interessierende Beobachtungen, z. B. über die Dicke des Eises, eine Erweiterung erfuhren. Außerdem sandten wie in früheren Jahren die Regierungen der Uferstaaten an die Deutsche Seewarte zusammenfassende Berichte über die Eisverhältnisse des letzten Winters, die zur Bearbeitung benutzt werden konnten. Die monatlichen Übersichten wurden ebenfalls als Beilagen zu den täglichen Wetterkarten in monatlichen Zusammenfassungen veröffentlicht, und endlich gab eine dritte Beilage eine generelle Übersicht über die Eisverhältnisse des ganzen Winters.

Diese Übersicht ist in zwei Tabellen (Tabelle I und Tabelle II) diesen Beschreibungen beigefügt und gewährt ein ziemlich klares Bild der Eisbesetzung an den verschiedenen Stellen der Küsten. Für eine jede Station sind 7 Rubriken

Digitized by Google

vorgesehen, in welche die Gesamtzahl der Tage eingetragen ist, an welchen festgestellt wurde: 1. Eis ohne Behinderung der Schiffahrt; 2. Eis mit erschwerter Segelschiffahrt; 3. Eis mit Schluß der Segelschiffahrt; 4. Eis mit Schluß der Dampferschiffahrt. Ferner sind eingetragen: 5. die Zahl derjenigen Tage, an welchen Eisbrecher tätig waren, sowie 6. die Summe aller Tage, von denen überhaupt Eismeldungen vorliegen, und schließlich 7. die Zeit der ersten und letzten Eismeldung jeder Station.

Wenn nun auch diese beiden Tabellen eine mühelose Vergleichung der zeitlichen Verteilung und der Intensität der Eisperioden an den verschiedenen Punkten der Küsten gestatten, so darf doch nicht vergessen werden, daß mehrere Faktoren vorhanden sind, die das Bild der Eisverhältnisse zum Teil trüben. Zunächst ist in der Beurteilung der letzteren stets ein persönliches Moment der Beobachter enthalten, und ferner werden ja die Eisverhältnisse selbst durch die jeweilige Ausdehnung und Stärke des Verkehrs beeinflußt; z. B. dürfte eine geschlossene Eisdecke in den einzelnen Häfen immer seltener zur Beobachtung gelangen, da der Verkehr stetig zunimmt und Eisbrecher in zunehmender Zahl eingestellt werden. Daß Einflüsse dieser Art aber nur von untergeordneter Bedeutung sind, beweist schon allein die nahe Übereinstimmung der Eisperioden und der Intensität der Eisbildung mit der Dauer und Stärke des Frostes, welche — wie sich auch in dieser letzten Eissaison wieder klar ergeben hat — weitaus die größte Rolle spielen.

Trotzdem sind — wie ein Blick auf die genannten Übersichtstabellen lehrt — die Eisverhältnisse selbst benachbarter Stationen niemals vollständig gleich, was auch ganz natürlich erscheint, da ja die Zeit und Stärke der Eisbildung von den verschiedensten Faktoren abhängt.

Vor allem maßgebend ist die spezielle Lage der Beobachtungsstation, sei es an der Mündung von Flüssen, sei es am Ausgang eines Haffes, im Watten- oder offenen Meer oder frei an einem Küstenvorsprung. Ferner spielt der Einfluß von Ebbe und Flut eine Rolle sowie die speziellen Strömungsverhältnisse der Beobachtungsorte. Auch müssen die verschiedenen Tiefenverhältnisse, der jeweilige Salzgehalt und namentlich die Windverhältnisse von Bedeutung sein. Abgesehen von Schwankungen in der Stärke des Windes wird seine Richtung bei einer eingehenden Bearbeitung der Eisverhältnisse auf Grund langjähriger Beobachtung zu berücksichtigen sein; die Winde werden sich ganz verschieden bemerkbar machen, je nachdem sie seewärts oder landwärts gerichtet sind, in welch letzterem Falle loses Eis wohl zweifellos an der Küste längere Zeit festgehalten wird als im umgekehrten Falle.

Die Hauptbedingung für die Verschiedenheiten der Eisbesetzung der Küste an den verschiedenen Tagen des Winters ist aber durch die Temperaturverhältnisse gegeben. Die untenstehende kleine Tabelle gibt eine Übersicht über die Temperaturen in den einzelnen Monaten des letzten Winters und eine Vergleichung mit denjenigen der Vorjahre. Die Zahlen bedeuten hierin die Abweichungen der Mitteltemperaturen der einzelnen Monate von den aus den langjährigen Beobachtungen gewonnenen Normalwerten.

Die Abweichungen der Mitteltemperaturen der Wintermonate und der Vorjahre von den langjährigen Mittelwerten.

Monate	Emden	Westerland	Köslin	Memel
Dezember 1907	− 1.0°	− 0.3°	+ 0.1°	− 3.7°
Januar 1908	1.4	+ 0.6	+ 1.1	+ 1.6
Februar 1908	+ 1.8	+ 2.1	+ 2.2	+ 2.3
Mittel 1907/08	+ 0.5	− 1.0	+ 1.1	+ 0.1
Mittel 1906/07	− 1.1	− 0.8	− 1.5	− 1.2
Mittel 1905/06	− 0.8	+ 0.9	+ 1.6	+ 1.7
Mittel 1904/05	+ 0.9	+ 1.4	+ 1.5	+ 0.9

Betrachtet man zunächst die Durchschnittswerte aus den drei Wintermonaten zusammengenommen, so ergibt sich, daß die ganze deutsche Küste im letzten Winter etwas zu warmes Wetter hatte; denn die Wintertemperatur von

Emden liegt um 0.5, diejenige von Westerland 1.0, von Köslin 1.1 und von Memel 0.1 Grad über der Normalen. Dementsprechend gestalteten sich auch die Eisverhältnisse im letzten Winter relativ günstig, wofür schon allein die Zahl der völlig eisfrei gebliebenen Stationen einen Maßstab abgibt. Während der Winter 1906/07 sehr kalt war und deshalb auch nur eine sehr kleine Zahl von Beobachtungsstationen »kein Eis« meldeten, blieben im Winter 1907/08 13 Stationen völlig eisfrei. Noch etwas wärmer war die Witterung im Winter 1905/06, wo entsprechend noch mehr, nämlich 15 Stationen, kein Eis hatten.

Um die einzelnen Frostperioden zu kennzeichnen, ist auf Tafel 12 ein Bild des Temperaturverlaufes in den genannten Orten gegeben, das durch Bildung von Pentadenmitteln der Lufttemperaturen gewonnen wurde. Die Frostperioden sind hierin durch Schraffierung hervorgehoben. Sie lassen den engen Zusammenhang mit den Eisverhältnissen an der Küste erkennen. Es tritt wieder die typische Erscheinung hervor, daß die östliche Ostsee den anhaltendsten nnd stärksten Frost und dementsprechend auch die größte Zahl von Eistagen und die stärkste Eisbesetzung aufzuweisen hat, während die Temperatur- und Eisverhältnisse an der westlichen Ostseeküste günstiger, am günstigsten aber an der Nordseeküste waren.

Nordsee.

I. Nordfriesische Inseln und schleswigsche Küste.

Die Eisbesetzung war hier eine sehr viel schwächere, die Schiffahrt deshalb weit weniger behindert als im vorigen Winter, wo die Eismeldungen schon am 23. Dezember begannen und erst am 3. März ihr Ende erreichten, während im letzten Winter erst am 31. Dezember einiges loses Eis gesichtet wurde, das Mitte Januar schon wieder verschwunden war. Nur bei Tönning an der Eidermündung hielt es sich bis zum 6. Februar. Auch zeigt sich wieder das typische Verhalten der insular gelegenen Eisbeobachtungsstellen: Ellenbogen auf Sylt und Amrum meldeten erst später, nämlich Anfang Januar, und weniger Eis als Tönning und Husum an der schleswigschen Küste (am 6. Februar bzw. am 18. Januar); auch verschwand dort das Eis schneller als hier. Und die Stationen Rote Sand an der Wesermündung, Helgoland und Wangeroog blieben fast gänzlich eisfrei. Besonders hervorzuheben sind noch die Tage, an denen die Schiffahrt behindert wurde. Dies war bei Husum nur an 9 Tagen, im Vorjahre an 28 der Fall. Tönning zeigt zwar wieder seinen exzeptionellen Charakter — hier war die Segelschiffahrt an 18 Tagen behindert —, blieb aber ebenso wie Husum weit hinter dem vorigen Winter zurück, wo 26 Tage mit erschwerter und sogar 32 Tage mit Schluß Segelschiffahrt verzeichnet wurden.

II. Das Elbegebiet.

Auch die Elbemündung hatte weit weniger unter Stockungen des Verkehrs durch ungünstige Eisverhältnisse zu leiden als im Winter 1906/07. Geht man die Elbe abwärts, so hatte Hamburg 1906/07 an 52 Tagen Eis, 1907/08 aber nur an 20; Altona meldete 1906/07 an 57 Tagen das Vorhandensein von Eis, im letzten Winter jedoch nur an 25 Tagen; und für Glückstadt stehen den 64 Eistagen des Vorjahres 29 während des Winters 1907/08 gegenüber. Auch in der Stärke der Eisbesetzung zeigt sich dieser den Temperaturverhältnissen unterworfene Unterschied: die genannten drei Stationen Hamburg, Altona, Glückstadt meldeten nur an 4 bzw. 25 (an beiden letzteren Stationen) »Eis mit Behinderung der Schiffahrt«, denen 24 bzw. 56 und 53 im Vorjahre gegenüberstehen. Ganz ähnliche Verhältnisse treffen wir auch im Mündungsgebiet der Elbe (Brunsbüttelkoog und Neuwerk) an: die erstere Station meldete im ganzen an 27, die letztere an 4 Tagen das Vorkommen von Eis, im Winter 1906/07 aber an 44 bzw. 28 Tagen. Auch in der Stärke der Eisbesetzung fällt der Vergleich der beiden letzten Winter ähnlich aus, so daß die Temperaturverhältnisse immer deutlicher als für die Eisbildung ausschlaggebend hervortreten.

III. Das Weser-, Ems- und Jadegebiet.

Auch hier tritt die Abhängigkeit der Eisperioden von den Frostperioden wieder deutlich in die Erscheinung. Die letztere erstreckt sich von den letzten Tagen des Dezember bis in die dritte Dekade des Januar. Die Stationen Hoher Weg und Bremerhaven gaben die erste Eismeldung am 2. Januar, Brake am 31. Dezember, während die letzten Eismeldungen von den Tagen: 16. Januar bzw. 27. und 25. Januar datieren. Ähnlich liegen die Verhältnisse im Jadebusen (Wilhelmshaven, Schillighörn) und in der Emsmündung (Nesserland). Auch die Eisintensitäten erweisen sich als weit geringer gegenüber dem Winter 1906/07. Während damals an den Stationen Hoher Weg, Bremerhaven, Brake, Nesserland, Wilhelmshaven und Schillighörn an 5 bzw. 16, 19, 42, 22 und 8 Tagen die Segelschiffahrt durch Eis behindert wurde, fand dies im letzten Winter an den nämlichen Stationen nur an 4 bzw. 11, 8, 18, 14 und 0 Tagen statt. Zugleich tritt in diesen Zahlen das zum Teil sehr verschiedene Verhalten der einzelnen Stationen gegeneinander deutlich hervor: die beiden Zahlenreihen zeigen einen angenähert parallelen Verlauf.

IV. Die Ostfriesischen Inseln.

Auch an den Ostfriesischen Inseln können die Eisverhältnisse des letzten Winters als relativ günstig bezeichnet werden. Die Eisperiode umfaßte hier, wie die Beobachtungen der Stationen Wangeroog, Borkum und Norderney ergaben, etwa die ersten beiden Dekaden des Monats Januar, und die Zahl der Tage mit Behinderung der Schiffahrt betrug an ihnen, wenn man vom Wattenmeer absieht, 0 bzw. 4 (Borkum, Fischerbalje) und 12, im Vorjahre jedoch 0 bzw. 21 und 26.

Ende Januar setzte an der Nordseeküste eine bedeutende Erwärmung ein, wie die Temperaturkurven von Emden und Westerland (Tafel 12) ergeben. Deshalb verschwand das Eis sehr schnell; am längsten hielt es sich in der Gegend von Glückstadt, aber auch von hier lief schon am 7. Februar die letzte Eismeldung ein. Die kurze Frostperiode um die Mitte des Monats März vermochte an keiner Stelle mehr Eisbildung hervorzubringen, soweit die Beobachtungsstationen hierüber ein Urteil gestatten.

Ostsee.

Wie schon früher gefunden wurde, gestalten sich die Eisverhältnisse auch diesmal an der deutschen Ostseeküste weit ungünstiger als an der Nordseeküste, und zwar ostwärts fortschreitend in zunehmendem Maße. Die Gründe hierfür sind in erster Linie in den Temperaturen zu suchen, die an der Ostseeküste — und zwar ostwärts fortschreitend ebenfalls in zunehmendem Grade — tiefer herabgehen. Dies zeigen deutlich die Temperaturkurven von Köslin und Memel (Tafel 12): die Frostperioden sind hier nicht nur häufiger, sondern auch von längerer Dauer, und der Frost ist intensiver. Außerdem trat an der deutschen Ostseeküste auch in diesem Winter wieder die interessante Erscheinung auf, daß gegen das Meer hin freigelegene Punkte, wie Hela, auch Rixhöft, Arkona u. a., sich hinsichtlich ihrer Eisbesetzung ganz ähnlich verhalten wie beispielsweise der Kieler Hafen, Flensburg, Apenrade: An allen diesen Stationen ist Eis, wenn überhaupt, so nur von ganz minimaler Dauer und Stärke zur Beobachtung gelangt: Hela hatte nur an 2 Tagen etwas loses Eis, Rixhöft und Arkona waren gänzlich eisfrei; ebenso ist der Kieler Hafen ohne Eisbildung geblieben, und Flensburg hatte nur 5, Apenrade nur 4 Tage mit etwas Eis. Welche Gründe hierfür maßgebend sind, dürften erst Studien über die speziellen örtlichen Verhältnisse sowie ein sich über einen längeren Zeitraum erstreckendes Beobachtungsmaterial ergeben. Die morphologischen und hydrographischen Eigentümlichkeiten werden zweifellos hierbei eine große Rolle spielen.

I. Die Schleswigsche Ostküste.

Hier gestalteten sich die Eisverhältnisse, wie schon erwähnt, relativ am günstigsten und kommen wie auch die Witterungsverhältnisse denjenigen an der Nordseeküste ziemlich nahe. Da der letzte Winter milde war, so trat an der

Tabelle I.[1])

Ostsee. **Übersicht über die Eisverhältnisse der Küste.** Winter 1907/08.

Zahl der Tage:

Nr.	Station	1. mit Eis ohne Behinderung der Schiffahrt	2. mit durch Eis erschwerter Segelschiffahrt	3. mit Schluß der Segelschiffahrt	4. mit Schluß der Dampferschiffahrt	5. an denen Eisbrecher tätig waren	6. Summe aller Tage, von denen überhaupt Eismeldungen vorliegen	7. Erste Eismeldung	8. Letzte Eismeldung
1	Memel, See	38 (36)	1	0	0	0	39 (37)	23. XII	20. II
2	Memel, Revier	31 (29)	31	8	7	20	80 (78)	21. XI	1. IV
3	Brüsterort	0	2	0	0	0	2	28. XII	29. XII
4	Pillau, Hafen	61 (63)	0	7	0	0	71 (70)	25. XI	28. III
4a	Pillau, Revier	23	0	0	0	0	23	26. XII	24. III
5	Frisches Haff bis Königsberg	0	50	82	0	105	132	23. XI	5. IV
6	Frisches Haff bis Elbing	4	7	2	80	0	93	19. XI	19. III
7	Neufahrwasser bis Danzig	8	8	15	0	22	31	25. XII	27. I
8	Hela	2	0	0	0	0	2	3. I	4. I
9	Rixhöft *	0	0	0	0	0	0	—	—
10	Stolpmünde	2	4	0	0	0	6	3. XII	10. I
11	Kolberg, Hafen	4	2	0	0	0	6	3. I	13. I
12	Swinemünde, Hafen	41	9	0	0	0	50	4. XII	18. II
13	Stettiner Haff bis Stettin	0	10	43	0	49	53	28. XII	18. II
14	Greifswalder Oie	10	0	0	0	0	10	3. I	16. I
15	Thiessow (östl. Einf. in d. Bodden bis Stralsund)	0	14 (13)	20 (18)	0	0	34 (31)	28. XII	30. I
16	Arkona *	0	0	0	0	0	0	—	—
17	Wittower Posthaus, Fahrwasser	9 (8)	22 (14)	5 (4)	0	0	36 (26)	21. XI	26. I
18	Barhöft (nördl. Einf. in d. Bodden bis Stralsund)	22	6	25 (21)	0	0	53 (49)	1. XII	26. III
19	Darsserort	1	0	0	0	0	1	2. I	2. I
20	Warnemünde bis Rostock	4	18	0	0	0	22	1. I	22. I
21	Fahrwasser nach Wismar	0	4 (3)	7	2	9	13 (12)	2. I	18. I
22	Travemünde bis Lübeck	10	0	0	0	0	10	1. I	17. I
23	Marienleuchte *	0	0	0	0	0	0	—	—
24	Westermarkelsdorf	0	0	0	0	0	0	—	—
25	Fehmarnsund *	0	0	0	0	0	0	—	—
26	Kieler Hafen *	0	0	0	0	0	0	—	—
27	Kaiser-Wilhelm-Kanal (bis Brunsbüttel)	0	12	0	0	0	12	2. I	20. I
28	Eider (von Rendsburg bis Hohner Fähre)	0	13	4	22	0	39	30. XII	8. II
29	Eckernförde, Hafen	1	0	0	0	0	1	3. I	3. I
30	Schleimünde bis Schleswig	2	16	22	0	0	40	31. XII	8. II
31	Flensburger Außenföhrde	4	1	0	0	0	5	30. XII	3. I
32	Flensburger Hafen	4	1	0	0	0	5	30. XII	3. I
33	Sonderburg und Alsensund *	0	0	0	0	0	0	—	—
34	Apenrade und Föhrde	4	0	0	0	0	4	1. I	4. I
35	Aarösund und Kleiner Belt *	0	0	0	0	0	0	—	—
36	Haderslebener Föhrde	5	7	0	0	0	12	27. XII	22. III
37	Friedrichsort *	0	0	0	0	0	0	—	—
38	Bülk *	0	0	0	0	0	0	—	—
39	Orbyhage	12	27	11	0	0	50	28. XII	19. III

[1]) In Fällen, wo unsichtiges Wetter oder andere Ursachen den Ausfall von Eismeldungen herbeigeführt haben, sind die betreffenden Werte durch Vergleich mit den angrenzenden Stationen und Tagen ergänzt worden. Die eingeklammerten Zahlen entsprechen den nicht ergänzten Meldungen.
* Gänzlich eisfrei.

Tabelle II.

Nordsee. **Übersicht über die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten.** Winter 1907/08.

Zahl der Tage:

	Ellenbogen, (Seegebiet u.) Listertief 52	Amrum, Schmaltief 53	Amrum, Vortrapptief 54	Husum, Hever 55	Tönning, Eider 56	Neuwerk, Elbe bis Cuxhaven 59	Cuxhaven, sichtbares Elbegebiet 60	Cuxhaven, Hafen und Einfahrten 61	Brunsbüttelkoog, sichtb. Elbegebiet 62	Brunsbüttelkoog, Kanaleinfahrt und Hafen 63	Glückstadt, sichtbares Elbegebiet 64	Brunshausen, sichtbares Elbegebiet 65	Altona, sichtb. Elbegebiet mit Hafen 66	Hamburg, sichtbares Elbegebiet mit Hafen 67	Harburg, sichtbares Elbegebiet mit Hafen 68	Roter Sand, Weser-Mündung 70	Roter Sand, Alte Jade * 71	Hoher Weg, sichtb. Wesergebiet 72	Bremerhaven, sichtb. Wesergebiet 73	Brake, sichtb. Wesergebiet mit Haf. 74	Bremen, sichtbares Wesergebiet mit Hafen 75	Helgoland * 76	Jade * 77	Wangeroog {Außenjade, Wangeroog. Fahrw.} * 78	Schillighörn, sichtb. Wesergebiet 79	Wilhelmshaven, Innenjade 80	Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten 81	Wangeroog, Harle 83	Wangeroog, Watten 84	Norderney, Seegat 85	Norderney, Watten 86	Borkum, Hubertgat 88	Borkum, Westerems u. Riffgat 89	Borkum, Osterems 90	Borkum, Fischerbalje 91	Nesserland, vorliegendes Emsgebiet 92	Nesserland, Hafeneinfahrten 93	Belumerschanze
1. mit Eis ohne Behinderung der Schiffahrt:	8	6 (4)	7 (5)	8	3	4 (1)	5 (4)	5	16	20	12	10 (9)	25	16 (15)	18	1	0	8 (6)	13 (9)	16 (15)	5	0	0	0	? (3)	1	4	8	11 (10)	11 (10)	6 (3)	0	0	0	1	8 (2)	9 (3)	15 (13)
2. mit durch Eis erschwerter Segelschiffahrt:	0	0	0	7	18 (17)	0	1	0	8 (6)	8 (6)	25 (23)	16 (15)	25	4	0	0	0	4	11	8	7	0	0	0	0	14	11	0	0	12	15 (14)	4 (3)	1	1	4 (3)	18	19	17
3. mit Schluß der Segelschiffahrt:	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	0	0	0	0	0	0	1
4. mit Schluß der Dampferschiffahrt:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. an denen Eisbrecher tätig waren:	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6. Summe aller Tage, von denen überhaupt Eismeldungen vorliegen:	8	6 (4)	7 (5)	17	21 (20)	4 (1)	5 (4)	5	27 (25)	28 (26)	25 (23)	29 (27)	25	20 (19)	18	1	0	8 (6)	24 (20)	24 (23)	21	0	0	0	? (3)	14	15	8	11 (10)	30 (26)	30 (26)	4 (3)	1	1	4 (3)	26 (20)	28 (22)	32 (30)
7. Erste Eismeldung:	3. I	2. I	2. I	31. XII	31. XII	14. I	10. I	10. I	3. I	3. I	2. I	31. XII	1. I	1. I	1. I	14. I	—	2. I	2. I	31. XII	1. I	—	—	—	3. I	2. I	31. XII	3. I	2. I	28. XII	28. XII	6. I	6. I	6. I	2. I	31. XII	31. XII	1. I
8. Letzte Eismeldung:	10. I	11. I	12. I	18. I	6. II	14. I	16. I	16. I	30. I	30. I	7. II	5. II	6. II	20. I	18. I	14. I	—	16. I	27. I	25. I	21. I	—	—	—	4. II	3. II	17. I	16. I	16. I	26. I	26. I	16. I	6. I	6. I	5. I	20. I	29. I	6. II

* Gänzlich eisfrei.

westlichen Ostseeküste nur wenig Eis auf. Allein die Frostperiode von Mitte Dezember bis Mitte Januar machte sich durch Eis bemerkbar; während der beiden übrigen Frostperioden Mitte November und März trat kein Eis auf, da sie nach Dauer und Intensität für die Eisbildung offenbar belanglos waren. Der Hafen von Kiel blieb gänzlich, die Häfen von Eckernförde und Flensburg fast gänzlich eisfrei. Letzteres trifft auch für die Apenrader Föhrde zu, wo überhaupt nur an 4 Tagen Eis, und zwar leichtes, loses Eis, gesichtet wurde. Eine stärkere Eisbesetzung weisen, wie dies auch im vorletzten Winter der Fall war, die Stationen Schleimünde, die Haderslebener Föhrde und die Eider auf, die nicht bloß an einer größeren Zahl von Tagen das Vorkommen von Eis, sondern sogar an einer Reihe von Tagen Erschwerung der Segelschiffahrt meldeten, und zwar an 16 bzw. 7 und 13 Tagen. Wie bisher an fast allen Stationen festgestellt werden konnte, waren die Eisverhältnisse auch hier im Winter 1906/07 wesentlich ungünstiger, wo die Segelschiffahrt an diesen Orten sogar an 18 bzw. 33 und 4 Tagen geschlossen wurde und an 27 bzw. 60 und 18 Tagen die Schiffahrt behindert war.

II. Das Rügener Fahrwasser.

Hier machen sich schon drei Frostperioden und dementsprechend drei Eisperioden bemerkbar. Allerdings ist Barhöft am westlichen Eingang in den Greifswalder Bodden die einzige Station, für welche dies zutrifft. Eismeldungen (leichtes, loses Eis) trafen zuerst in der dritten Dekade des November ein und dauerten bis zum 5. Dezember. Während der zweiten, der bedeutendsten Frostperiode, die von Mitte Dezember bis Mitte Januar reichte, meldeten sowohl Barhöft als auch Thiessow (diese Stationen berichten über die Strecke von der westlichen bzw. östlichen Einfahrt in den Bodden bis Stralsund) ziemlich starke Eisbesetzung: Bei Barhöft war an 31 Tagen die Schiffahrt behindert, davon an 25 Tagen die Segelschiffahrt geschlossen; für Thiessow lauten die entsprechenden Zahlen 34 und 20. Im vorletzten Winter herrschten auch hier weit ungünstigere Verhältnisse, da die Segelschiffahrt an 41 bzw. 38 Tagen völlig geschlossen war. Bemerkenswert erscheint der Umstand, daß, obwohl die Frostperiode schon Mitte Dezember begann, beide Stationen (fast auf den Tag genau) erst gegen Ende des Monats das Vorkommen von Eis beobachteten. Anderseits hielt sich das Eis an beiden Stationen noch längere Zeit nach dem Einsetzen von Tauwetter, das gegen die Mitte des Januar eintrat. Das Eis verschwand erst gegen Ende des Monats. Die dritte Frostperiode gegen die Mitte des März macht sich nur in Barhöft, und zwar mit 6 Tagen schwacher Eisbesetzung, bemerkbar.

Station Wittower Posthaus, die über die Eisverhältnisse des Fahrwassers im Westen von Rügen berichtet, meldete ganz ähnliche Verhältnisse wie die genannten Stationen Barhöft und Thiessow: die erste und dritte Frostperiode traten zwar überhaupt nicht mit Eisbildung hervor; die zweite, große Periode aber hatte an fast den nämlichen Tagen Eis mit erschwerter Segelschiffahrt im Gefolge. Den 27 Tagen des letzten milderen Winters steht auch hier eine weit größere Zahl von Tagen mit erschwerter Segelschiffahrt während des Winters 1906/07, nämlich 43, gegenüber.

III. Die Haffe.

Die weitaus stärksten Eisbildungen finden sich, wie es auch in den Vorjahren regelmäßig der Fall war, im Frischen und im Stettiner Haff. Im ersteren bis Königsberg war an 82 Tagen, im letzteren an 43 Tagen die Segelschiffahrt gänzlich geschlossen. Im frostreicheren Winter 1906/07 lauteten die entsprechenden Zahlen sogar 102 bzw. 84. Ein Blick auf das Temperaturdiagramm (Tafel 12) zeigt, daß sowohl die Dauer als auch die Intensität des Frostes in Köslin weit geringer waren als in Memel, daß demgemäß die Kältezufuhr im äußersten Osten viel bedeutender war als an den westlicheren Küstenstrecken. Für die starke Eisbildung sind aber außer der Kältezufuhr noch andere Faktoren von einiger Bedeutung, z. B. die relativ geringe Tiefe in den Haffen und die geringere Wellenbewegung gegenüber den gegen die See offenen Küstenstationen. Da im Frischen Haff bis Königsberg an 105 Tagen mehrere Eisbrecher tätig waren,

um die Fahrrinne offen zu halten, so brauchte an keinem Tage die Dampferschiffahrt geschlossen zu werden. Im Frischen Haff bis Elbing dagegen waren keine Eisbrecher in Tätigkeit getreten, so daß hier an 80 Tagen jeglicher Schiffsverkehr unterbunden war. Das Frische Haff zeigte alsbald nach dem Einsetzen der ersten Frostperiode (etwa von Mitte bis Ende November) Eisbildung, die in dem Teile bis Königsberg unausgesetzt bis zum 5. April bestehen blieb; der Teil des Haffs bis Elbing wurde am 19. März eisfrei.

Pillau, das am Ausgang des Haffs gelegen ist, hatte wieder günstigere Eisverhältnisse, vermutlich da hier das Eis durch die auslaufende Strömung in Bewegung gehalten wurde. Diese Station meldete überhaupt nur 70 Tage mit Eis, darunter nur 7 mit erschwerter Segelschiffahrt. Eisbrecher brauchten hier im letzten Winter nicht in Tätigkeit zu treten. Auch dieses verhielt sich im Winter 1906/07 völlig anders. Damals wurde an 45 Tagen die Segelschiffahrt erschwert bzw. geschlossen, und an 41 Tagen waren Eisbrecher tätig. Ähnliche Verhältnisse zeigten sich in den letzten Wintern am Kurischen Haff bei Memel. Hier bewirken Strömung und Dünung ein relativ spätes Zufrieren und frühes Aufgehen. Die Eisberichterstattung begann hier erst Ende Dezember und wurde schon am 20. Februar geschlossen.

IV. Häfen und Flußmündungen.

Es wurde schon zu Beginn der Beschreibung der Eisverhältnisse an der Ostseeküste auf die merkwürdige Erscheinung hingewiesen, daß die Häfen relativ günstige Eisverhältnisse aufweisen, die denjenigen an freigelegenen Küstenstationen ziemlich ähnlich sind. Unter den letzteren hatten Rixhöft, Arkona, Marienleuchte, Westermarkelsdorf und Fehmarnsund im Winter 1907/08 überhaupt kein Eis gesichtet, Hela meldete an zwei Tagen, Darsserort nur an einem Tage leichtes, loses Eis. Daß ein sehr ähnliches Verhalten der Häfen vorliegt, dürfte zum Teil in dem Umstande seine Begründung finden, daß durch die auslaufende Strömung das Eis stets in Bewegung gehalten und in See geführt und neue Eisbildungen erschwert werden. Am deutlichsten lassen diese Verhältnisse wie schon in den vorhergehenden Wintern die hinterpommerschen Häfen Stolpmünde und Kolberg erkennen, wo während des Winters 1907/08 nur an je 6 Tagen Eis festgestellt wurde. Im vorletzten kälteren Winter 1906/07 hatten diese Stationen 22 bzw. 19 Tage mit Eis gemeldet..

Der Hafen von Neufahrwasser hatte im letzten Winter weniger Eis, als man nach den anscheinend typischen Erscheinungen der vorhergehenden Jahre annehmen durfte. Obwohl der Winter 1905/06 mild, derjenige von 1906/07 aber frostreich war, stellten sich doch mit 44 bzw. 45 Eistagen die Verhältnisse in beiden Wintern ziemlich gleich, und es wurde eine Erklärung hierfür darin gesucht, daß die Eismassen aus dem großen Flußgebiet der Weichsel bei Neufahrwasser in See geführt werden und den Temperaturverhältnissen im oberen Weichselgebiet eine bedeutende Rolle zuerkannt werden müsse. Im letzten Winter zeigten sich nicht unerhebliche Abweichungen, denn es wurde nur an 31 Tagen Eis beobachtet, davon an 15 Tagen solches mit Behinderung der Schiffahrt. Auch das letztere Verhalten stimmt nicht mit demjenigen im vorigen Winter überein; denn im milden Winter 1907/08 mußte die Segelschiffahrt an 15 Tagen geschlossen werden, wogegen sie im strengeren Winter 1906/07 gänzlich offen blieb. Ein ähnliches Verhalten wie im Vorjahre trat im Fahrwasser von Warnemünde bis Rostock und demjenigen nach Wismar hervor: Im Winter 1906/07 war hier die Eisbildung weit intensiver als dort, da Wismar 40 Tage mit Schluß der Segelschiffahrt, Warnemünde aber nur 19 solche Tage beobachtete. Im Winter 1907/08 hatte die letztere Station 7 Tage mit Schluß der Schiffahrt, Warnemünde jedoch überhaupt keinen. Es mußte sogar das Fahrwasser nach Wismar an 9 Tagen durch Eisbrecher offen gehalten werden.

Die Deutsche Seewarte.

Digitized by Google

Der Salzgehalt des Persischen Golfes und der angrenzenden Gewässer.

Von Prof. Dr. **Gerhard Schott**, Hamburg, Seewarte.

(Hierzu Tafel 13.)

Die durch die Hamburg-Amerika Linie seit zwei Jahren eröffnete regelmäßige Dampfschiffahrt nach dem Persischen Golf eröffnet die willkommene Aussicht, an der Hand deutscher Schiffsbeobachtungen eine Bearbeitung der Wind- und Wetterverhältnisse dieses Meeresteiles vornehmen zu können, sobald erst Material in genügendem Umfange vorliegen wird; dies ist begreiflicherweise augenblicklich noch nicht der Fall. Wir werden noch einige Zeit warten müssen, ehe eine meteorologische und klimatologische Zusammenstellung sich lohnt. Schon jetzt kann aber ein kleiner Beitrag zur Ozeanographie des Persischen Golfes geliefert werden, da auf die Bitte der Seewarte die Herren Wreesmann und Schuster, Kapitäne der Hamburg-Amerika Linie, zusammen rund 50 Wasserproben in dem Golf und in den Gewässern an der Südküste Arabiens zwischen Maskat und Aden gesammelt haben. Die Titrierung dieser Proben ermöglicht es, zum ersten Male wirklich zuverlässige Angaben über die Verteilung des Salzgehaltes des Oberflächenwassers in diesen Gegenden zu machen; was ich selbst in dieser Beziehung für den Persischen Golf unter Benutzung von aräometrischen Messungen der Schiffe »Persepolis« und »Cormoran« vor 6 Jahren in dieser Hinsicht festzustellen versucht habe,[1]) muß nunmehr als überholt gelten.

Unter Hinweis auf die am Schluß gegebene Liste der Ergebnisse der neuen Messungen und ihre kartographische Niederlegung in den Figuren der Tafel 13 lassen sich folgende mehr oder weniger gesicherte Tatsachen nunmehr feststellen.

1. Auf den Dampferwegen zwischen Aden und Maskat, die im Durchschnitt in einer Entfernung von rund 20 bis 25 Sm von der arabischen Südküste entlang führen, hält sich der Salzgehalt bis Ras Madraka meist zwischen 36.0 und 36.5 ‰ und steigt erst nördlich von diesem Kap auf mehr als 36.5, um nahe beim Kap Musandam vor der Straße von Ormuz 37.0 zu erreichen. Weiter seewärts von dem erwähnten Dampferwege, also weiter südlich im Arabischen Meere und auch vor Aden kommen ebenfalls Werte von mehr als 36.5 vor, so daß die Zone mit einer Konzentration von mehr als 36.5, die so charakteristisch für den Golf von Aden und die Gegend von Sokotra ist, nicht bis zur arabischen Südküste selbst sich zu erstrecken scheint; sind doch in der Nähe von Ras Fartak sowohl von der »Assyria« als auch von der »Canadia« Proben entnommen worden, deren Titrierung sogar nur 35.8 und 35.7 ergab. Da nun ferner die an sich ziemlich allgemeine und abnorme Erhöhung des Oberflächensalzgehaltes im westlichen Arabischen Meere ihre Ursache in Zuflüssen aus dem Roten Meere und wohl auch aus dem Persischen Golf hat, so dürfte die auffällige Herabsetzung des Salzgehaltes speziell unter der arabischen Küste ähnlich wie die an der Somaliküste mit dem Umstande in Verbindung stehen, daß hier während beider Monsune, besonders aber im Südwestmonsun, aufquellendes Tiefenwasser mehr oder weniger beständig mit dem Oberflächenwasser gemischt wird und zur Verminderung des Salzgehaltes beiträgt.

2. In der Straße von Ormuz bis Lingah hin kann man Werte von 37.0 bis 38.0 erwarten; dies sind also Beträge, die immerhin auch auf den offenen Ozeanen im Bereiche der Passate in Maximalfällen noch erreicht werden.

3. Eine ziemlich unvermittelte und starke, an die Verhältnisse im Roten Meere erinnernde Steigerung des Salzgehaltes beobachten wir mit dem Betreten des eigentlichen Persischen Golfes. Abgesehen von der nördlichsten Ecke bei dem Schatt el-Arab tritt hier überall eine Konzentration von mehr als 38.5, meist sogar von über 39.0 ‰ auf, und in der weiteren Umgebung von Buschehr (Abu Shar) finden wir mehr als 40 ‰ sowohl im Februar als auch im Mai—Juni; die letztgenannte Gegend unter der persischen Küste würde also in dieser Hinsicht dem nördlichsten Teile des Roten Meeres zu vergleichen sein.

[1]) Schott, Verteilung des Salzgehaltes im Oberflächenwasser der Ozeane, »Peterm. Geograph. Mitteil.« 1902, Heft X.

Digitized by Google

Eigentümlich ist der im übrigen fast durchgängig vorhandene Unterschied der Werte zwischen Februar einerseits und Mai—Juni anderseits, indem die Sommerbeobachtungen die niedrigeren, die Winterbeobachtungen die höheren Beträge ergeben haben. Daß der Unterschied reell und nicht zufällig ist, dafür spricht der Umstand, daß wir wenigstens für die Sommermonate Wasserproben von zwei verschiedenen Schiffen besitzen, die unter sich das gleiche Verhalten aufweisen. Einige Beispiele:

Probe Nr.	Breite	Länge	Februar	Mai—Juni	Bemerkungen
10	26° 28′	51° 28′	40.01	—	Auf der Breite der Bahrein-Inseln,
27	26° 32′	51° 26′	—	38.74	etwa 60 Sm östlich davon.
9	26° 26′	53° 7′	40.10	—	Südlich von Ras al Mutáf.
26	26° 14′	53° 40′	—	37.84	
8	26° 20′	55° 22′	38.12	—	Südöstlich von Lingah.
25	26° 18′	55° 18′	—	37.10	
14	29° 8′	50° 8′	40.53	—	Etwa 60 Sm westlich von Buschehr
41	29° 23′	49° 45′	—	39.79	(Abu Shar).

Da der Unterschied zwischen Sommer und Winter in den verschiedenen Teilen des Persischen Golfes gleichmäßig auftritt, so muß eine allgemeine Ursache zugrunde liegen und dürften lokale Verhältnisse nicht in Frage kommen. Regen können, weil sie in beiden Jahreszeiten fehlen — die spärlichen Niederschlagsmengen, die gelegentlich fallen, werden noch dazu im Winter beobachtet —, das sommerliche Minimum des Salzgehaltes nicht erklären. Die Winde sind fast während des ganzen Jahres ziemlich gleichmäßig von NW nach SO gerichtet; dieser vorherrschende Nordwestwind, der »Schamal« der Eingeborenen, weht aber am heftigsten und beständigsten im Juni und Juli, dann öfters mit Stärken bis Beaufort-Skala 7. Es erscheint zunächst denkbar, daß infolge des heftigen Sommerwindes ganz ähnlich wie an der Somaliküste und der arabischen Küste, so auch im Persischen Golf, und zwar an den Küsten und entfernt davon, mitunter vertikale Auftrieberscheinungen, mit stärkeren Oberflächenströmungen vereint, zustande kommen. Erst spätere Untersuchungen über die Stromverhältnisse und die ozeanographischen Zustände des Tiefenwassers — es kommen allerdings nur Tiefen von weniger als 100 m in Betracht und die mittlere Tiefe ist zu 25 m berechnet — werden dafür sichere Grundlagen schaffen und im speziellen die Voraussetzung, daß das Tiefenwasser des Persischen Golfes salzärmer ist als das Oberflächenwasser, zu bestätigen oder zu widerlegen haben.

Die Hauptursache des Salzgehaltsunterschiedes zwischen Sommer und Winter an der Oberfläche des Golfes dürfte aber ganz im Nordwesten, bei dem Schatt el-Arab, zu suchen sein; denn die Verminderung des Salzgehaltes im Golf während des Mai und Juni fällt zeitlich zusammen mit dem Hochwasser des Euphrat-Tigris im Unterlaufe. Der Tigris hat seinen niedrigsten Wasserstand von September bis November; im Dezember beginnt er durch Regengüsse zu steigen, etwa um 0.3 m, und auch in den folgenden drei Monaten hält der Wasserstand sich auf ziemlicher Höhe. Im April, wenn die Schneeschmelze in den armenischen Gebirgen eintritt, findet ein weiteres Steigen statt, das im Mai und Juni seinen Höhepunkt erreicht. Vom Juli ab fällt der Fluß wieder.[1]) Es liegt also die Annahme sehr nahe, daß die im Mai und Juni eintretende starke Vermehrung der Süßwasserzufuhr durch den Schatt el-Arab eine Herabsetzung des Oberflächensalzgehaltes um 1 bis 1.5 ‰ auf dem ganzen rund 233 000 qkm Fläche einnehmenden Persischen Golf zu bewirken vermag. Um in dieser Sache etwas klarer zu sehen, betrachten wir zunächst die

[1]) Vgl. Reichs-Marine-Amt, Segelhandbuch für den Persischen Golf, Berlin 1907, S. 257, und S. Genthe, Der Persische Meerbusen, Marburg 1896, S. 55.

Digitized by Google

4. Salzgehaltsverteilung in der Umgebung des Schatt el-Arab selbst (Fig. 3, Tafel 13). Am 21. Mai 1907 besaß in 45 Sm Entfernung von der Mündung auf 29° 36′ N-Br., 49° 21′ O-Lg. das Wasser 40.26 ‰; es war also selbst in dieser vergleichsweise geringen Entfernung keine Verminderung des durchschnittlichen Salzgehaltes zu erkennen. Am 11. Juni in 29° 45′ N-Br., 49° 0′ O-Lg., nur 26 Sm in OSO von der Mündung, hatte man noch 39.14 ‰, dagegen am 14. Februar 10 Minuten südlicher, nämlich in 29° 35′ N-Br., 48° 55′ O-Lg., trotz 30 Sm Entfernung nur 37.57 ‰. Hiernach ist es wahrscheinlich, daß der Abfluß des Süßwassers vorzugsweise nach Süden hin, also mit einer Rechtsablenkung nach der arabischen Seite zu sich vollzieht. Man wird, die Beobachtungen von Winter und Sommer in der Nähe von der Insel Kharag und von Buschehr zusammengenommen, 39.5 ‰ als normalen, von den Euphrat-Tigris-Wassern unbeeinflußten Salzgehalt ansetzen können; unter dieser Voraussetzung erhalten wir eine etwa 8000 qkm große Fläche, die einer unmittelbaren Herabsetzung des Salzgehaltes durch die aus der Strommündung kommenden Süßwassermengen unterliegt. Diese Fläche, etwa 15 mal so groß als die Oberfläche des Bodensees, beträgt aber nur 1/30 des gesamten Areals des Persischen Golfes, und es entsteht nun die Frage, ob gegenüber dieser räumlich beschränkten unmittelbaren Wirkung des Schatt el-Arab es angängig ist, die allgemeine bis Lingah und zur Insel Kischm hin nachweisbare Verminderung des Oberflächensalzgehaltes im Mai—Juni auf Rechnung der Tigris-Hochwasser zu setzen.

An der westafrikanischen Küste ist die Fläche des Ozeans, welche durch die Summe der Süßwasserzuflüsse Niger, Kamerun, Gabun und Kongo beeinflußt erscheint, auf etwa 500000 qkm geschätzt worden,[1]) also auf mehr als das doppelte Areal des Persischen Golfes. Daher ist es wohl möglich, daß die Hochwasser des Euphrat-Tigris im Frühsommer die allgemeine Herabsetzung der Salinitäten herbeiführen; die starke und schnelle Verteilung der an der Oberfläche sich ausbreitenden Süßwassermassen wird noch durch die in diesen Monaten besonders kräftigen NW-Winde wesentlich gefördert werden. Hiermit verträgt sich durchaus die oben festgestellte lokale Beschränkung des unmittelbaren Einflusses des Schatt el-Arab auf die westlich von 49° O-Lg. gelegenen Gebiete; denn es handelt sich um relative Unterschiede. Bei rund 49° O-Lg. liegt die geographische Grenze für zwei verschiedene Wasserarten; im Winter erfolgt dortselbst der Sprung vom Süßwasser und Brackwasser der Barre (0 bis 30 ‰) auf über 40 ‰, im Sommer nur bis auf 38.5 und etwas darüber. Hiernach läßt sich folgende Zusammenstellung geben:

Monat	Ort	Temperatur t °C.	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
Februar	Barre	15	30	1.0222
	Freier Golf	19	40.2	1.0290
Mai }	Barre	25	25	1.0158
Juni }	Freier Golf	28—30	38.8	1.0253

Die in der anschließenden Tabelle gegebenen Temperaturen lassen übrigens erkennen, daß im Winter die Wärmeverhältnisse des Persischen Golfes nicht so exzessiv sind, wie es nach manchen Angaben auch neuerer Küstenhandbücher erscheinen könnte; es ist nicht zutreffend, daß im ganzen Jahre die Wassertemperatur selten unter 33° C. sinkt.[2]) Wir sehen vielmehr, daß im Februar die Wärmegrade des Wassers sich zwischen 23° und 17° bewegen. Im Mai und Juni steigen sie allerdings häufig auf über 30°, aber auch dann ist das Flußwasser kühler als die See.

[1]) G. Schott in Wissenschaftliche Ergebnisse der »Valdivia«-Expedition, Band I, S. 213. Jena 1902.

[2]) Vgl. das S. 297 zitierte Küstenhandbuch, S. 15.

Digitized by Google

Salzgehalt des Oberflächenwassers im Persischen Golf.

I. Wasserproben des Dampfers »Assyria«, Kapt. Wreesmann, vom Februar 1907.

Probe Nr.	Datum Zeit	N-Br.	O-Lg.	Temperat. ° C.	Salzgehalt ‰	Bemerkungen
1	4. II. 6h N.	16° 31′	54° 55′	24.2	*36.20*	28 Sm von Land, Meer voll von langen, rotbraunen Quallen.
2	5. 8h N.	17° 40′	56° 45′	23.5	*36.27*	Auf 50 Faden Wasser. 25 Sm vom Land.
3	6. 8h V.	20° 37′	59° 12′	—	*36.55*	12 Sm vom Land.
4	6. 12h N.	22° 59′	59° 25′	22.5	*36.74*	
5	7. —	24° 30′	58° 0′	22.5	*36.78*	
6	8. 4h V.	25° 34′	57° 2′	21	*36.26*	
7	— —	25° 58′	56° 51′	23.6	*36.67*	
8	9. 10h V.	26° 20′	55° 22′	21.2	*38.12*	
9	10. 11h N.	26° 26′	53° 7′	21.3	*40.10*	
10	11. 8h V.	26° 28′	51° 28′	19.2	*40.01*	Streifen von 2 Kblg Breite von NW nach SO ziegelrot gefärbt.
11	12. —	26° 55′	51° 3′	19.3	*40.17*	
12	13. 4h V.	28° 24′	50° 42′	17	*40.43*	
13	13. —	28° 38′	50° 45′	17.2	*40.35*	
14	13. 10h N.	29° 8′	50° 8′	17.2	*40.53*	
15	14. —	29° 35′	48° 55′	15.0	*37 57*	Auf 8 Faden Wasser; 30 Sm im SO von der Schatt el-Arab-Mündung.
	II. Wasserproben des Dampfers »Assyria«, Kapt. Wreesmann, vom Mai—Juni 1907.					
16	30. V. 1907	12° 46′	45° 19′	31.2	*36.53*	
17	31.	13° 23′	47° 57′	30.0	*36.42*	
18	1. VI.	15° 6′	51° 37′	29.1	*35.82*	
19	1.	16° 25′	54° 20′	29.4	*36.22*	
20	2.	18° 43′	57° 37′	27.8	*36.17*	
21	3.	22° 40′	59° 45′	29.2	*36.83*	
22	5.	25° 47′	56° 53′	30.0	*37.00*	
23	5.	26° 45′	56° 29′	29.4	*37.01*	
24	5.	26° 52′	56° 16′	28.9	*37.05*	
25	6.	26° 18′	55° 18′	28.5	*37.10*	
26	7.	26° 14′	53° 40′	30.0	*37.84*	
27	8.	26° 32′	51° 26′	28.7	*38.74*	
28	9.	27° 1′	51° 5′	28.5	*39.13*	
29	11. VI.	29° 15′	49° 0′	26.5	*39.14*	26 Sm im OSO von der Mündung.
	III. Wasserproben des Dampfers »Canadia«, Kapt. H. Schuster, vom Mai—Juni 1907.					
30	9. V. 1907	13° 10′	47° 50′	28.3	*36.49*	
31	10.	14° 30′	51° 40′	30.0	*35.71*	
32	11.	16° 12′	55° 45′	29.2	*36.44*	
33	12.	18° 50′	59° 6′	28.2	*36.53*	
34	13.	22° 52′	59° 30′	29.6	*36.84*	
35	15.	27° 5′	56° 20′	29.5	*37.50*	
36	19.	26° 25′	54° 4′	28.8	*37.34*	
37	20.	27° 15′	52° 1′	28.0	*38.51*	
38	20.	28° 55′	50° 45′	27.8	*40.41*	
39	21.	29° 36′	19 21′	24.9	*40.26*	Auf 7 Faden Wasser, 45 Sm im OSO von der Mündung.
40	6. VI.	29° 48′	48° 45′	28.2	*26.09*	Auf 3¼ Faden Wasser vor der Barre, 13 Sm von der Mündung.
41	9.	29° 23′	49° 45′	28.0	*39.79*	
42	11.	27° 5′	52° 12′	28.9	*37.75*	
43	11.	26° 20′	54° 9′	30.4	*37.46*	
44	11.	26° 26′	56° 13′	30.0	*37.10*	
45	13.	21° 5′	59° 39′	30.4	*36.45*	
46	14.	18° 33′	58° 24′	29.4	*36.95*	
47	15.	16° 14′	56 3′	28.1	*36.38*	
48	16. VI.	14 49′	53° 39′	28.3	*36.13*	

Digitized by Google

Die Entwicklung der drei hanseatischen Navigationsschulen.[1])

Von **Joseph Krauß**, Lehrer an der Navigationsschule in Lübeck.

Am 27. Juli 1908 sind 100 Jahre verflossen, seitdem die Navigationsschule in Lübeck ihre Wirksamkeit begann. Wie die Hamburger und Bremer Schule, so hat auch sie sich allmählich aus kleinen Anfängen zu großer Bedeutung erhoben und eine stattliche Anzahl deutscher Seeleute verdankt ihr die wissenschaftliche Begründung ihrer Berufsbildung. So mag es denn angebracht sein, zu diesem Ehrentage der Lübecker Schule das Andenken an die Gründung der drei hanseatischen Anstalten zu erneuern und der Männer zu gedenken, die an ihnen mit Fleiß und Treue zum Nutzen der Vaterstädte und zum Wohle der ganzen deutschen Schiffahrt gewirkt haben.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts lag die theoretische Ausbildung der jungen Steuerleute noch sehr im argen. Die große Mehrzahl der Schiffer dachte von allen theoretischen Kenntnissen sehr gering und legte nur Wert auf praktische Erfahrung in der Führung eines Schiffes. Das wenige Wissen, das zur Navigation damals notwendig dünkte, konnte man durch gelegentliche Unterweisung an Bord oder in jeder Hafenstadt bei einem Privatlehrer, meistens einem früheren Kapitän oder Steuermann, oder sonst irgend einem Rechenmeister in nicht allzulanger Zeit mechanisch eingetrichtert bekommen. Verständnis für das Vorgetragene hatten wohl meist weder Lehrer noch Schüler.

Erst zum Beginne des 19. Jahrhunderts begann sich, hervorgerufen durch viele auf mangelhafte Navigation zurückzuführende Unglücksfälle auf See, auch in Deutschland in den Kreisen der Reeder und Kaufleute das Bedürfnis nach einer Vertiefung des nautischen Unterrichtes Bahn zu brechen und ganz allmählich gelangte man zur Würdigung einer auf Verständnis beruhenden Steuermannskunst.

Hamburg war den Seeuferstaaten mit der Erkenntnis vorangegangen, daß ein gründlicherer nautischer Unterricht notwendig sei und seine 1749 von der Admiralität und die später (1785—1797) von der Patriotischen Gesellschaft ins Leben gerufenen Unterrichtskurse in der Navigation bedeuten die Anfänge des eigentlichen Navigationsschul-Unterrichtes in Deutschland.

Die ersten Lehrer an der dortigen Schule der Admiralität (Hiddinga 1749—1766 und Früchtnicht 1764—1810) unterrichteten noch in holländischer Sprache und ihre Unterrichtsmethode hat sich wohl notgedrungen nur wenig über das übliche handwerksmäßige Abrichten erhoben.

1782 stellte auch Emden mit beträchtlichen Kosten einen Navigationslehrer (namens Voorn) an, den man aus Amsterdam berufen hatte und dessen Schule nach Einführung eines Prüfungszwanges seitens des Emdener Magistrates bald großen Zuspruch und einen guten Ruf erlangte.

1790 entstand dann in Bremen die erste mit staatlicher Subvention gegründete Privatschule, der der junge Bremer Steuermann Daniel Braubach vorstand. Dieser Mann, der gleich zum Beginne seiner Tätigkeit ein für die damalige Zeit vom pädagogischen Standpunkte aus sehr gut geschriebenes Lehrbuch der Nautik in deutscher Sprache erscheinen ließ und einige Zeit später zum doctor philosophiae promoviert wurde, verstand die Aufmerksamkeit der Bremer Kaufmannskreise auf sich zu lenken. 1798 traten fünf Bremer Herren, an deren Spitze der österreichische kaiserliche Konsul Carl Philipp Cassel stand, zusammen und gründeten unter zahlreicher Beteiligung von Kaufleuten,

[1]) Neuere Literatur über die Geschichte der hanseatischen Navigationsschulen, soweit sie dem Verfasser bekannt und von ihm berücksichtigt werden konnte:

I. Festschrift zum 150jährigen Bestehen der Hamburger Navigationsschule. Herausgegeben von der Deputation für Handel und Schiffahrt. Hamburg 1899.

II. Die Navigationsschule zu Lübeck und ihre Beziehungen zur Schwesteranstalt in Hamburg. Der Kollegin gewidmet zur 150jährigen Jubelfeier von Direktor Dr. Franz Schulze. Lübeck 1899.

III. Gründung und Entwicklung der Seefahrtschule in Bremen. Von Otto Fulst. Bremisches Jahrbuch. Band XIX. 1900.

IV. Die Entwicklung des nautischen Unterrichtes in Deutschland. Nauticus 1902.

Digitized by Google

Reedern und Schiffskapitänen eine glänzend fundierte Privatschule großen Stils unter Braubachs Leitung, neben der freilich, um den fortwährenden Bedarf an Steuerleuten zu decken, Braubachs vorherige Privatschule ruhig weiter bestand. Das Niveau und die Ziele dieser am 29. April 1799 feierlich eröffneten Schule waren außerordentlich hoch. Es waren feste Jahreskurse eingeführt. Nach Beginn des Kursus wurde niemand mehr aufgenommen. Die Erwerbung gründlicher mathematischer Kenntnisse war das Rückgrat des ganzen Unterrichtes. Dann folgten außer der terrestrischen und astronomischen Steuermannskunst durch geeignete Lehrer Vorträge über Schiffsmanöver und Schiffbau, Vorträge über Physik (besonders Mechanik), Unterricht in der deutschen und französischen Sprache und im Zeichnen. Dabei gab es noch für diejenigen, die es nötig hatten, besondere Nachhilfestunden im Schönschreiben usw. Alle Tafeln und Lehrbücher, die auch zum Teil auf Kosten der Schulkasse gedruckt wurden, erhielten die Schüler ebenso wie den Unterricht gratis. Am Schlusse eines jeden Kursus fand eine feierliche, öffentliche Prüfung statt, die mit einer Prämienverteilung an die vier besten Schüler und einem großen Festaktus schloß. Der tiefere Sinn dieser großartig organisierten Schule war, eine Hebung der Bildung des ganzen Steuermannsstandes und eine vollständige Änderung des Entwicklungsganges der Schiffsoffiziere anzubahnen. Es sollten durch die Schule die Söhne der besseren bürgerlichen Kreise veranlaßt werden den Seemannsberuf zu ergreifen und die Bremer Reeder hatten sich verpflichtet, diese dann so vorbereiteten jungen Leute an Bord ihrer Schiffe nicht als gewöhnliche Matrosen sondern als »Lehrlinge« unentgeltlich einzustellen und zu Steuerleuten auszubilden. Ein stolzer Gedanke, der 100 Jahre später wieder von neuem geboren werden mußte.

Diese originelle Musterschule, der es in den ersten 10 Jahren (bis 1809) nie an Geld und Schülern fehlte, zog natürlich die Aufmerksamkeit des übrigen Deutschland sowie Englands und Frankreichs, soweit es sich für die Seefahrt interessierte, auf sich. Auch in Lübeck gab sie den Anstoß, daß man der schon Jahre hindurch erörterten Gründung einer Navigationsschule näher trat.

Hier war es die Gesellschaft zur Beförderung gemeinnütziger Tätigkeit, die, allezeit aufs eifrigste bestrebt zur allgemeinen Hebung der Volksbildung, soviel in ihrer Macht lag, beizutragen, auch dieser Angelegenheit sich annahm. Es ist bewundernswert, wie in jener schweren Zeit der Not und Trauer — Lübeck war seit dem 6. November 1806 französisches Eroberungsgebiet und sein wirtschaftliches Leben so gut wie gestorben — patriotisch gesinnte Männer immer wieder den Mut zu idealen, gemeinnützigen Bestrebungen fanden. Vor allem war es der Gründer der Gem. Gesellschaft selbst, Dr. Ludwig Suhl, der mit der ganzen Kraft seiner einflußreichen Persönlichkeit für die Gründung einer Navigationsschule eintrat. Nachdem verschiedene andere Gesellschaften ihre Unterstützung zugesagt hatten, konnte die Schule nach langen vorbereitenden Verhandlungen am 27. Juli 1808 mit 17 Zöglingen eröffnet werden.

Man war sich bei der Gründung der Schule bewußt, daß besonders unter den politisch so ungünstigen lokalen Verhältnissen die erste und vornehmste Bedingung, um eine gedeihliche Entwicklung zu sichern, die Anstellung eines geschickten Lehrers war. Hier stand nun der Gesellschaft in der Person des Lübecker Steuermanns Johann Hinrich Sahn, der bereits seit 15 Jahren mit privater Heranbildung junger Steuerleute beschäftigt war und 20 Jahre praktische Fahrzeit hinter sich hatte, eine vortreffliche Kraft zur Verfügung. Als bestimmter Zweck der Schule wurde von dem erwählten Vorstande ausgesprochen: jungen Leuten, die sich dem Seemannsberufe widmen wollen, am liebsten solchen, die schon eine Seereise gemacht haben und die notwendige Fertigkeit im Rechnen und Schreiben besitzen, zu denjenigen theoretischen Kenntnissen zu verhelfen, welche einem guten Schiffer und Steuermanne unentbehrlich sind. Demzufolge sollte, mit sorgfältiger Auswahl des Unentbehrlichsten und Faßlichsten, in den nautischen Wissenschaften, also in der Geographie, der Arithmetik, Trigonometrie und Astronomie, Unterricht erteilt werden. Einige zu diesem Zwecke nötige Instrumente und sonstige Hilfsmittel wurden für die Anstalt käuflich erstanden, andere nicht minder wichtige wurden von Freunden und Beförderern des gemein-

nützigen Unternehmens als Geschenke überwiesen. Da es zweckmäßig schien, die Zöglinge in schriftlichen Ausarbeitungen über Gegenstände ihres Berufes zu üben und sie an Ordnung, Richtigkeit und Bestimmtheit des Ausdruckes in ihrer Muttersprache zu gewöhnen, so waren auch für diesen Unterrichtszweig unter der Leitung eines besonderen Lehrers wöchentlich einige Stunden bestimmt. Der Unterricht im Englischen, als besonders nützlich für die nautische Kunstsprache, und die gleichwichtige Unterweisung im Zeichnen fehlten ebenfalls nicht, doch beschränkte letztere sich größtenteils auf eine richtige Nachbildung nautischer Gegenstände und auf das Entwerfen von Seekarten. Bei der Aufnahme der Schüler für den ersten Kursus konnte aus manchen Gründen rücksichtlich der nötigen Vorkenntnisse und Fertigkeiten eine genaue Auswahl nicht getroffen werden; bei den späteren Lehrgängen jedoch wurden die Zöglinge zweckmäßigerweise in zwei Abteilungen geschieden. Der Sommer nämlich wurde zum Unterricht der ersten Anfänger bestimmt, und der Winter zur Unterweisung derjenigen, die schon Reisen gemacht und jetzt Muße hatten, ihre Zeit zur Erwerbung unentbehrlicher theoretischer Kenntnisse anzuwenden. In dieser Weise hatte die Navigationsschule in vier Kursen ihren ungestörten und gedeihlichen Fortgang bis zum Schlusse des Jahres 1811, und obwohl in letzter Zeit die Schiffahrt selbst fast ganz gehemmt war, so hatte sich die Schule doch eines recht zahlreichen Besuches zu erfreuen. Mit dem Beginne des Jahres 1812 mußte jedoch, der Zeitverhältnisse wegen und aus Mangel an Unterstützung, die Schule bis auf weiteres aufgehoben werden, denn die während der französischen Herrschaft von seiten des Vorstandes an die neuen Behörden wiederholt gerichteten Gesuche, auf die Erhaltung der nützlichen Anstalt Bedacht zu nehmen, blieben jederzeit ohne den gewünschten Erfolg. Zwar wurden zu verschiedenen Malen spezielle Nachrichten über die innere Einrichtung der Schule verlangt, auch mehrere fähige Zöglinge derselben für die französische Marine ausgehoben, allein auf irgend eine tätige Unterstützung wurde vergebens gehofft. So ereilte denn auch die Lübecker Anstalt das Schicksal der Hamburger und Emdener Schule, die beide bereits 1810, und der Bremer Schule, die trotz der glänzenden Auspizien, unter denen sie begann, 1812 einging. Unter den traurigsten Verhältnissen unterrichtete nun Sahn mit emsigen Fleiße die folgenden Jahre hindurch seine Schüler in seiner Wohnung, bis endlich nach der Befreiung des Vaterlandes vom fränkischen Joche auch ihm und seiner Schule wieder Hilfe nahte. Freilich flossen ihr jetzt nicht so bedeutende Unterstützungen wie in den früheren Jahren zu, aber ihr Fortbestand wurde doch möglich, teils durch die Zusicherung eines jährlichen Beitrages von seiten der Gem. Gesellschaft und mehrerer bürgerlicher Kollegien, teils durch die Gewährung eines jährlichen Honorars (6. August 1819) für den Lehrer von seiten des Staates. Als indes später (1824) der für die Erhaltung der Schule nicht unerhebliche Beitrag der Handelskollegien ausblieb, beschloß die Gesellschaft (23. November 1824) die Absendung einer Denkschrift an den Senat mit Darlegung der Sache und mit der Bitte über das künftige Schicksal der Navigationsschule zu entscheiden. Zugleich aber setzte die Gem. Gesellschaft, selbst für den Fall des Ausscheidens dieser Anstalt aus der Reihe der von ihr verwalteten Institute, einen ferneren jährlichen Beitrag von 200 Taler für dieselbe fest, nicht um zu den bestimmten und notwendigen Ausgaben, sondern vielmehr um zu nützlichen wenngleich nicht durchaus erforderlichen Einrichtungen eine erleichternde Beihilfe zu schaffen. (Dieser Beitrag wurde auch bis 1868 geleistet.) Der Senat ging auch nach vielen langen Verhandlungen auf den Antrag der Gesellschaft ein und so wurde die Navigationsschule 1825 zu einer Staatsanstalt erhoben. Infolge dieser veränderten Stellung wurde dann der nützlichen Anstalt binnen kurzem auch ein von ihr längst gewünschtes wesentliches Erfordernis gewonnen, nämlich der Besitz eines eigenen, zweckmäßig eingerichteten Gebäudes (1826).

In der Bibliothek der Lübecker Navigationsschule befindet sich noch ein handschriftliches, nach Art einer Fragelehre abgefaßtes Buch Sahns, das dieser wohl seinem Unterrichte zugrunde gelegt haben mag. Wissenschaftlich hält es sich natürlich so ziemlich innerhalb der Grenzen der von Sahn an der Lübecker

Digitized by Google

Schule eingeführten Lehrbücher: »System der praktischen Steuermannskunde« und »System der praktischen Schifferkunde« von H. Brarens, Kgl. autorisiertem Navigationslehrer und Examinateur in Tönningen, aber die Art der Fragestellung und Beantwortung verrät ein ganz außerordentliches Geschick und zeigt von dem Ernste, mit dem Sahn seinen Lehrberuf erfaßt hatte und ausübte. Auch gaben nicht nur die in den einzelnen Jahren angestellten öffentlichen Prüfungen von der den Schülern gewordenen gründlichen Bildung immer ein erfreuliches Zeugnis, sondern selbst das Ausland hatte überall die in Lübeck unterrichteten Schiffer als kenntnisreiche und geschickte Seeleute erkannt und geschätzt.

Auch in Hamburg war 1817 die Navigationsschule wieder eröffnet und der Leitung der Schiffahrts- und Hafendeputation unterstellt worden. Besonders war es hier der Wasserbaudirektor Reinhard Woltmann, der einen großen Teil seiner Schaffenskraft in den Dienst der Reorganisation der Schule stellte. Er arbeitete einen ausgezeichneten Lehrplan aus, sorgte für tüchtige Lehrer und war als Examinator eifrig tätig. Die Unterrichtskurse dauerten jetzt ein Jahr (bei 24 Stunden wöchentlich) und schlossen mit einer Prüfung für die Zöglinge, die bereits mehrere Jahre zur See gefahren hatten. 1819 erschien auch das von der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung mathematischer Kenntnisse herausgegebene »Handbuch der Schiffahrtskunde«, das das Ansehen der Hamburger Schule außerordentlich hob. Als 1817 in Danzig die erste öffentliche preußische Navigationsschule an der Ostsee und in den zwanziger Jahren solche in Memel, Pillau, Stettin und Stralsund gegründet wurden, geschah das nach Hamburger und Lübecker Muster. Auch Bremen entschloß sich 1819, dem wieder eingerissenen unhaltbaren Zustande des Privatunterrichtes, bei dem häufig Lehrer und Schüler nach Beendigung des Kursus sich gegenseitig Zeugnisse über ihre Tüchtigkeit ausstellten, ein Ende zu bereiten und eine staatliche Navigationsschule zu gründen. Dabei vermied es aber, den 1798 bei Errichtung der Braubachschen Schule aufgestellten Plan wieder aufzunehmen und entwarf dafür nach Hamburger Muster ein mehr praktisches und gesundes Programm. Aber dieses interessante Programm, mit Sachkenntnis und Liebe zum Gegenstand verfaßt, stand leider nur auf dem Papier. Als die Schule am 1. November 1825 eröffnet wurde, ernannte man — da Dr. Braubach inzwischen Leiter der Hamburger Schule geworden war — zum Lehrer einen gewissen Friedrich Lappenberg, einen Seemann, der eine ziemlich abenteuerliche Seefahrtszeit hinter sich hatte und seit 1815 erst in Vegesack, dann in Bremen einer jener berüchtigten Privatlehrer war. Unter seiner Leitung hob sich die Schule nur wenig über das Niveau der so übel beleumundeten Privatschulen.

Gar bald rang sich nun an allen Schulen die Erkenntnis durch, daß man, um bessere Resultate in der Ausbildung zu erzielen, die Prüfungen obligatorisch machen müsse. Emden hatte ja 1793 das Beispiel dafür gegeben. Nun ging Hamburg voran, wo am 3. November 1826 vom Senat der Beschluß gefaßt wurde, daß in Zukunft für alle Steuerleute auf hamburgischen Schiffen die Steuermannsprüfung obligatorisch eingeführt werden solle, ein Beschluß, der auch am 1. Januar 1827 in Kraft trat. Lübeck folgte diesem Beispiel und erließ am 31. März 1827 seine Bekanntmachung, betreffend die »Prüfung von Steuerleuten auf Lübecker Schiffen«. 1828 folgte Bremen dem Beispiel Hamburgs und Lübecks mit der Einführung einer obligatorischen Prüfung, jedoch blieben die Vorschriften für dieselbe weit hinter denen Hamburgs und Lübecks zurück; setzten sie doch z. B. für die Prüflinge gar keine Altersgrenze und Fahrzeit fest, so daß junge Leute, die nicht einmal den praktischen Schiffsdienst kannten, Steuerleute werden konnten. Während Hamburg und Lübeck aber nur eine Qualifikation zum Steuermann (I. oder II. Klasse) kannten, unterschied Bremen schon damals zwischen der Qualifikation zum Untersteuermann und zum Steuermann sowie zwischen der Befugnis zur Fahrt in europäischen Gewässern oder zu weiteren Reisen.

Die von Lübeck für die Steuerleute auf seinen Schiffen erlassene Prüfungsordnung ist ein glänzendes Zeugnis für die Umsichtigkeit und Tüchtigkeit Sahns. Während die beiden Schwesterstaaten wiederholt Neuregelungen ihrer Prüfungsregulative erlassen mußten (Hamburg: 1827 1833 1854; Bremen: 1828 1840 1853)

konnte Lübeck das seine unverändert bis zum Jahre 1870 beibehalten. Man kann gerne zugestehen, daß das Lübecker Regulativ in den letzten 15 Jahren hinter denen von Hamburg und Bremen zurückstand und den Anforderungen nicht mehr genügte, aber in den ersten 30 Jahren war es den Hamburger und Bremer Vorschriften weit überlegen. In dem »Attestat«, das dem Prüfling nach erfolgter Prüfung ausgehändigt wurde, waren folgende 11 Rubriken aufgeführt und bei jeder derselben bemerkt, wie der Kandidat darin bestanden:

1. Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie nebst den dazu gehörigen Beweisen.
2. Geographische und astronomische Vorkenntnisse.
3. Anwendung der ebenen Trigonometrie auf die Planschiffahrt, Gebrauch des Kompasses und Loggs.
4. Theorie der merkatorschen Projektion und Segeln und Messen auf runden Karten.
5. Kenntnisse der nautischen astronomischen Instrumente und deren Korrektion.
6. Anwendung der sphärischen Trigonometrie und Astronomie auf nautische Probleme mit den dazu erforderlichen Erklärungen.
7. Bestimmung der Breite, der Länge, der Zeit, der Variation des Kompasses und die Flutberechnung.
8. Führung eines richtigen Schiffsjournals und Kenntnis des Gebrauchs der Chronometer.
9. Nautische Geographie und Kenntnis der Einsegelung der Travemündung.
10. Manövrieren des Schiffes sowie Verhalten beim Vorankerliegen desselben.
11. Kenntnis der Pflichten des Steuermanns.

Während in Hamburg gleich vom Anfange an eine Prüfungskommission mit vier Examinatoren ernannt wurde, ruhte sowohl in Lübeck wie in Bremen die Prüfung ausschließlich in den Händen des unterrichtenden Lehrers, da sich trotz aller Mühe, die man sich gab, weder in Bremen noch in Lübeck ein Schiffskapitän bereit finden ließ, das Amt eines Examinators zu übernehmen. Über die großen Gefahren, die das mit sich brachte, half Sahn, der, seine eigene Gutmütigkeit befürchtend, selbst darauf drang, als Examinator vereidigt zu werden, seine strenge Gewissenhaftigkeit hinweg, während in Bremen Lappenbergs Persönlichkeit als Examinator (wie übrigens auch als Lehrer) viele Angriffe, besonders seitens der Vegesacker Privatschule (unter der Leitung von Martin Seeke) erfuhr.

In allen drei Schulen hob sich naturgemäß nach Einführung der obligatorischen Prüfung die Schülerzahl bedeutend, und als eine direkte Folge davon sehen wir, daß alle drei Schulen allmählich (Lübeck zuletzt) von dem allerdings nie streng durchgeführten Prinzip der festen Anfangstermine für die betreffenden Kurse immer mehr und mehr abwichen und vom Klassenunterricht zum Einzelunterricht übergingen, der nun den jungen Seeleuten, sowie sie von der Reise zurückkehrten, den Eintritt in die Schule jederzeit gestattete. Wenn einerseits diese persönliche Unterweisung jedes einzelnen Schülers, die in erster Linie einen gleichmäßigen Schülerbestand herbeiführen und einer temporären Überfüllung der Klassen vorbeugen sollte, auch imstande war, der Individualität der Schüler nach Vorkenntnissen und Auffassungsgabe in besonderem Maße Rechnung zu tragen, so stellte sie anderseits doch Anforderungen an den Lehrer, denen dieser bei größerer Schülerzahl nicht mehr nachkommen konnte.

In Lübeck mußte man nun daran denken, für den verdienstvollen Sahn, der am 26. Juni 1833 sein 25jähriges Dienstjubiläum feiern konnte und über 60 Jahre alt geworden war, einen Nachfolger zu suchen. Auf Sahns Empfehlung hin wurde der 31jährige Kapitän Joh. Georg Friedr. Franck im März 1835 zu seinem Gehilfen und späteren Nachfolger gewählt. Wenige Monate darauf, am 18. November 1835, starb Sahn. Unter Franck entwickelte sich die Schule in dem von Sahn inauguriertem Sinne ruhig weiter.

Die Hamburger Schule gelangte in diesen Jahren unter der Leitung des berühmten Astronomen und Nautiker Carl Ludwig Christian Rümker zu

Digitized by Google

großem Ansehen. Rümker besorgte auch die weiteren Auflagen des »Handbuches für Schiffahrtskunde«, das in Lübeck bereits unter Sahn, einem Mitarbeiter des Buches, an Stelle des veralteten Lehrbuches von Brarens eingeführt worden war. Als Papenburg (1841) eine städtische Navigationsschule gründen wollte, schickte man den dafür in Aussicht genommenen Leiter zu Rümker zur Ausbildung und späteren Prüfung, auch verschiedene hannoversche Lehrer bereiteten sich unter ihm auf ihren späteren Navigationslehrerberuf vor. 1857 trat Rümker zunehmender Kränklichkeit halber von der Leitung der Schule zurück. Nach seinem Tode (1862) wurde sein bisheriger Mitarbeiter Theodor Niebour zum Direktor ernannt, der ihr bis vor wenigen Jahren (1901) vorstand.

In Bremen kündigte Lappenberg 1836 verärgert und mißmutig seine Stellung. Man darf bei Beurteilung der Leistungen dieses Mannes nicht vergessen, daß er, mit nur recht geringen mathematischen Kenntnissen ausgerüstet und selbst der hochdeutschen Sprache nur in bedingtem Maße mächtig, unter außerordentlich schwierigen Verhältnissen zu arbeiten hatte. Bei dem starken Besuch der Schule (die Schülerzahl betrug oft 40 bis 50) und dem eingeführten Einzelunterricht (der dann wieder 15 bis 16 Prüfungen jährlich bedingte) in einem einzigen Schulraume, mußte sich der Lehrer wohl darauf beschränken, die Schüler zur mechanischen Lösung der Prüfungsaufgaben abzurichten. Daß die an und für sich nur mündliche Prüfung dann wiederum diesem Unterricht angepaßt und zu einer bloßen Farce wurde, ist selbstverständlich. Und so ist wohl die Möglichkeit vorhanden, daß, wie man die damaligen Schulinspektoren wissen ließ, die aus der Bremer Schule hervorgegangenen Steuerleute den notdürftigsten Anforderungen ihres Berufes nicht genügten. Zur Charakteristik Lappenbergs mag noch dienen, daß unter ihm als Schulbuch, trotzdem er bei seiner Anstellung beauftragt wurde, seinem Unterrichte das Hamburger Handbuch der Schiffahrtskunde zugrunde zu legen, das englische Lehrbuch von Norie mit den dazu gehörigen Tafeln eingeführt wurde. Trotz des guten Finanzgeschäftes, das die Bremer mit ihrer Schule machten, — es wurden nämlich nach den ersten 8 bis 10 Jahren ihres Bestehens regelmäßig Überschüsse damit erzielt — hatten sie doch wenig Freude an ihr, und die Berichte der Inspektoren darüber lauteten in diesen Jahren (1825 bis 1850) recht bekümmert und verzagt. Wie weit an diesem Zustande die Sparsamkeit der Bremer selbst schuld war, mag dahingestellt bleiben. Obwohl ihnen nach Lappenbergs Rücktritt durch den Astronomen Schumacher gute Kräfte empfohlen waren und ein ebenfalls von Schumacher vorgeschlagener dänischer Kapitänleutnant in einem Probejahre auch recht gute Erfolge aufwies, ernannte man doch aus Sparsamkeitsrücksichten Eibe Ahrend Frerichs, einen Seemann, der sowohl in allgemeiner Bildung wie auch in fachmännischer Tüchtigkeit noch unter Lappenberg stand, zu dessen Nachfolger. Unter Frerichs müssen nun ganz unglaubliche Verhältnisse eingetreten sein. Zwar suchte man 1840 die Zustände zu bessern, indem man endlich eine neue Prüfungsvorschrift erließ, die unter anderem wenigstens bestimmte, daß jeder, der als Untersteuermann geprüft werden wollte, mindestens 17 Jahre alt sein und mindestens 1 Jahr als Vollmatrose in Dienst gewesen sein mußte, aber viel half das nicht. Erst als 1850 Arthur Breusing in Bremen seinen Dienst antrat und bald die Leitung der Schule in seine Hände bekam und mit klugem Sinne zielbewußt zu reformieren begann, entwickelte sich die Bremer Schule zu einem Institute, das der Bremer Schiffahrt und dem Stande der Schiffsoffiziere zum Segen gereichen konnte. Bereits 1853 setzte Breusing neue, sehr weitgehende Prüfungsbestimmungen durch und führte dabei unter anderem auch eine zeitlich getrennte Lehrzeit in zwei besonderen Kursen ein, von denen die erstere die Vorbereitung auf die Untersteuermannsprüfung, die zweite diejenige auf die Obersteuermannsprüfung zum Gegenstand hatte, während sowohl in Hamburg wie in Lübeck das bestandene Steuermannsexamen noch bis 1870 für die Führung von Seeschiffen jeglicher Größe auf allen Meeren genügte.

In Lübeck starb am 3. Dezember 1854 Franck nach kurzer Krankheit. Da nach dem unerwartet eingetretenen Todesfall erst ein Nachfolger gesucht

Digitized by Google

werden mußte, nahm die Behörde das Anerbieten des Lehrers Franz Wilhelm Rohde an der Burgtorschule, den begonnenen Kursus zu Ende zu führen, mit Dank an. Im Februar 1855 wurde der Lübecker Kapitän Eduard Thiel zum Nachfolger Francks ernannt, nachdem er, wie seinerzeit sein Vorgänger, im Auftrage der Behörde von dem bekannten dänischen Nautiker, dem Kapitänleutnant Stephan Middelboe, auf seine wissenschaftliche Befähigung hin geprüft worden war.

Bereits unter Franck begannen die Bestrebungen der Seeuferstaaten, eine gegenseitige Anerkennung ihrer Prüfungsatteste herbeizuführen. Für Lübeck, dessen Schiffsbestand durch den Rückgang der Segelschiffahrt immer kleiner wurde, war diese Frage besonders dringend. Aber infolge der ungünstigen politischen Verhältnisse wurde erst im September 1869 dem Bundesrate die Befugnis übertragen, Vorschriften für die als Nachweis der Befähigung zum Seeschiffer und Seesteuermann auf sämtlichen deutschen Kauffahrteischiffen dienenden Prüfungen zu erlassen.

Gerade um die Mitte des 19. Jahrhunderts vollzog sich im Weltverkehr zur See ein außerordentlicher Wandel, der natürlich wieder seinen Einfluß auf die ausübende Navigation und vor allem auf den Unterricht in den Navigationsschulen, als den vornehmsten Vermittlern zwischen Theorie und Praxis ausüben mußte. In allen Disziplinen der Nautik waren große Fortschritte gemacht worden und sie sollten alle soweit wie möglich in den neuen Prüfungsvorschriften Berücksichtigung finden. In welch umsichtiger und umfassender Weise dies für die damalige Zeit geschah, lehren jeden die im Mai 1870 in Kraft getretenen Prüfungsbestimmungen. Abgesehen davon, daß man in Sprachen und Nautik die Anforderungen überhaupt bedeutend erhöhte, mußte nun eine erhebliche Vertiefung des Unterrichtes auch dadurch eintreten, daß man die mathematischen Hilfswissenschaften zum Gegenstande einer schriftlichen Prüfung machte. Auch die Einführung zweier getrennter Prüfungen an Stelle der bis jetzt üblichen einmaligen Prüfung brachte für die Schulen eine gewaltige Arbeitslast mit sich.

Erhielt bis jetzt jede Schule ihr eigentümliches Gepräge durch die Unterrichtsmethode des Lehrers, der an ihr wirkte, wie es z. B. besonders in Bremen bei der kraftvollen Persönlichkeit Breusings der Fall war, und durch die Anforderungen, die die betreffenden Seeuferstaaten eben an ihre Steuerleute stellten, so trat jetzt naturgemäß eine große Uniformität aller Schulen ein, deren gleichmäßige Weiterentwicklung nur durch die mehr oder minder große Zunahme der Schülerzahl beeinflußt wurde.

Trotz der Fülle der Arbeit, die der Beruf für Thiele mit sich brachte — bis 1881 arbeitete er nach dem System des Einzelunterrichtes ganz ohne Hilfe — fand dieser fleißige Mann immer noch Zeit, sich auch wissenschaftlich zu beschäftigen. Gleich beim Antritt seiner Tätigkeit gab er seine »Fragelehre«, eine Art Katechismus der Steuermannskunst, heraus, berechnete dann jährlich den Lübecker Kalender, führte verschiedene astronomische Berechnungen durch und stellte 31 Jahre lang mit größter Pflichttreue die meteorologischen Beobachtungen für Lübeck an. Auf sein Betreiben ist in erster Linie auch der endliche Bau des Observatoriums (1860) zurückzuführen, für das schon unter Franck (1844) ein Teleskop angekauft worden war.

Als im Laufe der Jahre die Schülerzahl zunahm und die Arbeitslast des Navigationslehrers (z. B. auch dadurch, daß er seit Inkrafttreten der neuen Prüfungsvorschriften in Hamburg als Prüfungsmitglied zu fungieren hatte) sich bedeutend mehrte, bekam Thiel endlich 1881 zum ersten Male eine Hilfskraft, die aber bald darauf (Juni 1883) wegen Krankheit durch eine neue, den jetzigen Leiter der Schule, abgelöst werden mußte. Als Thiel am 1. Oktober 1886 zunehmender Kränklichkeit halber in den Ruhestand versetzt wurde, folgte ihm Dr. Franz Louis Carl Schulze im Amte. Der unermüdlichen Pflichttreue und Tatkraft dieses Mannes war es vorbehalten, die Schule einer großen Blütezeit entgegenzuführen.

Digitized by Google

Während in Bremen Breusing schon 1854 feste Kurse und einen regelrechten Vorschulunterricht eingeführt hatte, arbeiteten Hamburg (bis 1869) und Lübeck noch immer nach dem System des Einzelunterrichtes, bis in Lübeck endlich die am 14. April 1894 vom Senate erlassene Ordnung für die Navigationsschule dieser bei der zunehmenden Schülerzahl nicht mehr durchführbaren Einrichtung ein Ende machte. Es wurden durch die erwähnte Verordnung auch in Lübeck feste Kurse und zwei jährliche Prüfungen zu feststehenden Terminen eingeführt. Immerhin mußten aber noch bis 1899 Schiffer und Steuerleute im selben Raume vom selben Lehrer unterrichtet werden. Erst 1899 konnte der Leiter der Schule den getrennten Schifferunterricht durchsetzen, ein Beschluß, der nur bei einer dann auch erfolgten Vermehrung der Lehrkräfte ausführbar war. 1899 fand auch der Umbau des bisherigen Schulgebäudes statt und damit wurde erst die Möglichkeit zu einem weiteren Ausbau der Schule geschaffen. 1903 fand dann auch auf eine Eingabe des Direktors (vom 1. Juli 1902) eine Vermehrung der Prüfungstermine (von 2 auf 3) und der Lehrkräfte statt, so daß man dem Inkrafttreten der neuen Reichs-Prüfungsordnung (am 1. Juli 1904), die wiederum eine wesentliche Vertiefung und Erweiterung der Unterrichtsgegenstände mit sich brachte, mit Ruhe entgegensehen konnte. Die Zahl der Schüler und Prüflinge ist seitdem in stetem Wachsen begriffen.

Am 1. Juli 1905 übernahm der Staat die vom Ingenieur Kreymann seit 13 Jahren geleitete Privat-Maschinistenschule. Nachdem man dieses Institut, das sich unter der Leitung Kreymanns außerordentlich entwickelte, schon seit einer Reihe von Jahren subventioniert hatte, wurde es nun der Navigationsschule als Abteilung B angegliedert. In Hamburg war an der dortigen Navigationsschule bereits am 1. Oktober 1891 der erste Kursus für Seedampfschiffsmaschinisten neu eingerichtet worden, nachdem die Verstaatlichung der dort bestehenden Privatmaschinistenschule nicht durchgeführt werden konnte.

Wenn man die Geschichte der Navigationsschule Lübecks während ihres 100jährigen Bestehens nochmals überblickt, so wird man finden, daß ihre Entwicklungskurve niemals so steil in die Höhe stieg, wie während der letzten 25 Jahre. Man denke: Noch 1886—1891 hatte Dr. Schulze als einziger Lehrer den ganzen Unterricht ohne jegliche Assistenz nach dem veralteten Systeme des Einzelunterrichtes zu erteilen. Vergegenwärtigt man sich ferner noch die beschränkten Räumlichkeiten, die für Lehrer und Schüler zur Verfügung standen, so wird man leicht begreifen, daß diese äußerst bescheidenen Verhältnisse überhaupt nur deshalb notdürftig genügten, weil eine relativ recht geringe Zahl von Seeleuten die Lübecker Schule aufsuchte. Heute dagegen (seit Angliederung der Maschinistenschule) besteht das Lehrerkollegium aus acht Lehrkräften, und den Schülern der Abteilung A stehen in dem eigenen Gebäude auf dem Wall, denen der Abteilung B im Hafenamte, große Räume zur Verfügung. Und trotzdem fangen beide Gebäulichkeiten schon an, zu klein zu werden. Die Schülerzahl ist ständig so im Wachsen begriffen, daß heute die Navigationsschule Lübecks zu den bestbesuchten Deutschlands zählt und würdig neben ihren beiden Schwestern stehen kann.

100 Jahre lang hat sie so eine höchst nützliche Tätigkeit für die deutsche Schiffahrt entfaltet. Allezeit war sie bestrebt, den Fortschritten der nautischen Wissenschaften in ihrem Lehrplane zu folgen, und das gegenwärtige Wachsen und Blühen der Schule läßt hoffen, daß ihre Arbeit auch in den nächsten 100 Jahren noch viele reife Früchte zum Segen der deutschen Schiffahrt und des deutschen Handels tragen wird.

Die Photographie im Dienste der Schiffahrt.[1]

Von Kapitän **Frhr. v. Schrötter,** Hilfsarbeiter der Deutschen Seewarte.

Diese Veröffentlichung verfolgt im ersten Teil den Zweck, die Grundsätze für einen photographischen Apparat zu Küstenaufnahmen für Schiffe der Handelsflotte festzulegen, und die darin gegebenen Ausführungen der Kritik und der Diskussion von Fachleuten zu unterbreiten. Im zweiten Teile der Arbeit sind diejenigen Kameras besprochen, die sich mehr zu universellem Gebrauch auf See oder auf Forschungsreisen eignen und ferner diejenigen Entwicklermethoden, Plattensorten usw., die sich an Bord wie überhaupt auf Reisen ganz besonders empfehlen.

Für einen photographischen Apparat zu Küstenaufnahmen stelle ich folgende Forderungen auf:

Forderung 1. Der Apparat muß ohne Schutzkasten allen Witterungseinflüssen widerstehen; in den Tropen wird er oft der Sonne stundenlang ausgesetzt sein, wo er dann leicht eine Temperatur bis zu 72° annehmen kann; dabei darf die Mattierung im Innern nicht abblättern und die Einstellung auf Unendlich nicht beeinflußt werden. Von Regen und Spritzwasser benäßt, darf der Apparat kein Wasser, auch keine Tropfen an das Objektiv oder durch den Bodenverschluß treten lassen. Gummi oder gummierte Stoffe sind in allen Teilen zu vermeiden, da sie in den Tropen brüchig werden oder sich auflösen. Der Apparat muß in allen Teilen stabil gearbeitet sein, so daß er auch einmal übers Stag gehen kann, ohne unbrauchbar zu werden; namentlich erscheint es erforderlich, das Objektiv im Apparat versenkt anzuordnen und durch einen vor der Vorderlinse arbeitenden, besonderen Sicherheitsverschluß zu schützen. Weil nur mit Unendlich gearbeitet zu werden braucht und nur in Ausnahmefällen ein Verstellen des Objektivs auf kürzere Entfernungen wünschenswert erscheint, so sind Objektiv und Bodenstück durch einen viereckigen, der einen Brennweite angepaßten, starren Kamerakörper aus dünnem, etwa $^1/_2$ mm dickem, verzinktem Stahlblech herzustellen.

Forderung 2. Das Objektiv muß möglichst lichtstark sein, um bei bewegter See kürzeste Belichtungen zu gestatten, selbst bei Anwendung eines Gelbfilters. Weil auf dem Bilde bei einer Entfernung von 4 bis 5 Sm (1 Sm = 1852 m) große Ansteuerungsmarken und Seezeichen wenigstens noch mit der Lupe, wie in Wirklichkeit mit einem einfachen Schiffsglas von zwei bis dreifacher Vergrößerung ausgemacht werden sollen, ist ein ziemlich langbrennweitiges Objektiv erforderlich.

---

[1]) Literatur über Photographie auf See:

1.	Die Photographie im Dienste der Schiffahrt. Chüden . .	»Ann. d. Hydr. usw.«	1895, S. 331.
2.	Desgl.	« « « «	1895, « 480.
3.	Photographieren auf See	« « « «	1897, « 63.
4.	Die Sonnenhöhe als Argument zur Auffindung der richtigen Belichtungszeit bei photographischen Aufnahmen. Paul Matthieu	« « « «	1898, « 169.
5.	Photographische Küstenaufnahmen	« « « «	1894, « 340.
6.	Photographische Küstenvermessungen. Wislicenus . . .	« « « «	1896, « 230.
7.	Meerwasser zum Waschen photographischer Negative . . .	« « « «	1896, « 331.
8.	Stereo-Photogrammetrische Aufnahmen auf S. M. S. »Planet«	« « « «	1906, « 220.

In der vorstehenden Literatur findet man stets die Wichtigkeit von Küstenaufnahmen hervorgehoben, aber außer dem seebefahrenen Maler Max Giesecke, der richtig die Magazin-Kamera als die einzig brauchbare auf See bezeichnet und auf Plattenfehler aufmerksam macht, und von Paul Matthieu, der eine universell brauchbare Belichtungstabelle bringt, finden sich keine positiven Vorschläge über die notwendigen Objektive und Kameraeinrichtungen für den Seegebrauch. Die meisten dieser Anweisungen sind als veraltet zu betrachten.

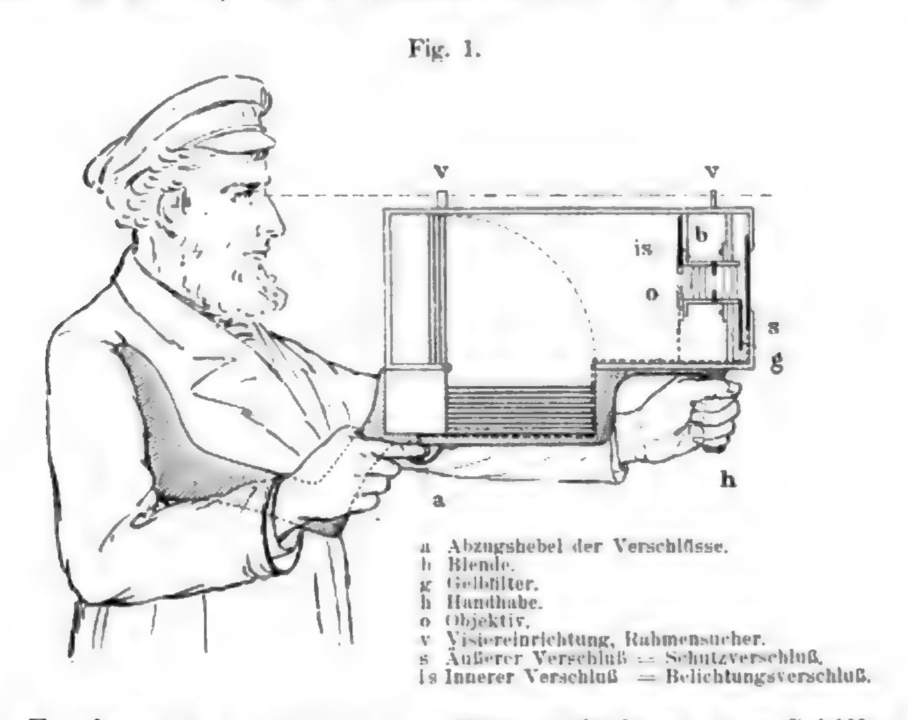
9. Aus „Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen“, herausgegeben von Professor Dr. G. v. Neumayer 1906, dritte Auflage, zweiter Band: „Das Mikroskop und der photographische Apparat“, von G. Fritsch. Gegen die Entwicklermethoden usw. ist nichts Wesentliches einzuwenden, und auf dem Gebiete der Anthropologie, Botanik usw. kommt ja wohl ein Fachmann zu Worte. Dagegen sind die Grundsätze, die Fritsch auf dem anscheinend noch gar nicht praktisch versuchten Gebiete der Küstenphotographie aufstellt, nicht als richtig a zuerkennen. Auf diesem Gebiete glaubt Verfasser dieses Aufsatzes besser bewandert zu sein und ist deshalb auch eingehender, als es vielleicht manchem notwendig erscheint, auf Einzelheiten eingegangen.

Forderung 3. Da mehrere Aufnahmen schnell hintereinander gemacht werden müssen, so kommt nur Wechseln der Platten im Innern der Kamera, wie in den Magazin-Kameras in Frage; bei dieser Anordnung kann das Bodenstück die Kamera vollkommen wasserdicht abschließen.

Forderung 4. Gemäß Forderung 3 kommt nur ein Objektivverschluß und gemäß Forderung 1, nach der gummierte Stoffe auszuschließen sind, nur ein Objektivverschluß hinter der Hinterlinse in Frage; die vordere Seite muß frei bleiben für das Gelbfilter und den Schutzverschluß.

Forderung 5. Eine Mattscheibe soll beigegeben werden, sie diene aber nur zur gelegentlichen Kontrolle der festen Einstellung auf unendlich. Eine Visiereinrichtung ermöglicht die wagerechte Einstellung des Apparates nach der Kimm oder nach der Strandlinie, zugleich dient sie als Rahmensucher, um beurteilen zu können, welcher Küstenstrich auf die Platte kommt.

Fig. 1.



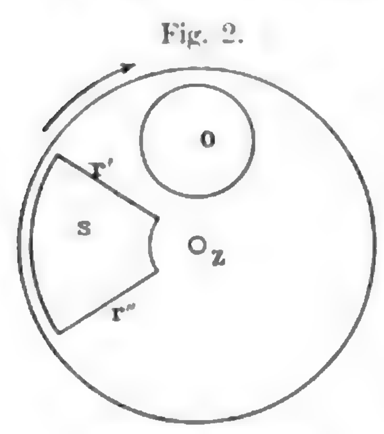
a Abzugshebel der Verschlüsse.
b Blende.
g Gelbfilter.
h Handhabe.
o Objektiv.
v Visiereinrichtung, Rahmensucher.
s Äußerer Verschluß = Schutzverschluß.
is Innerer Verschluß = Belichtungsverschluß.

Zu Forderung 1. Apparate zu Küstenaufnahmen vom Schiffe aus sind bereits vorhanden. Ihre Bedienung erfordert viel Zeit sowie geübtes Personal, und der Apparat nimmt viel Platz ein. Sie sind Balgenapparate mit Schlitzverschluß vor der Platte und müssen vor jeder Verwendung erst aus dem Schutzkasten herausgenommen, auf das ebenfalls erst aufgebaute Stativ und die darauf angebrachten kardanischen Ringe aufgeschraubt werden; durch ein schweres Gewicht wird der Apparat in der Horizontalen gehalten. Nun zieht man den Balg aus, stellt mittels Mattscheibe die Küste ein, vertauscht dann die Mattscheibe mit der Kassette, spannt den geschlossenen Schlitzverschluß, öffnet die Kassette, visiert noch einmal die Küste, ob die Einstellung noch dieselbe ist, und nun endlich ist es so weit, daß die Belichtung der Platte erfolgen kann. Zieht man nun noch in Betracht, daß Stativ mit Gewicht und Apparat mit Schutzkasten einen recht großen Platz einnehmen und im Kartenzimmer nicht unterzubringen sind, daß der Balg und die Kassetten keinem Spritzer und Regenschauer ausgesetzt werden dürfen, so ist ohne weiteres verständlich, daß solch ein Schönwetterinstrument für Kapitäne und Offiziere eines Kauffahrers zu unbequem und unpraktisch ist. Da nun beim Ansteuern von Land oder eines Hafens der Kapitän seine Aufmerksamkeit der Navigierung des Schiffes zuwenden muß, so wird ihm keine Zeit und Lust bleiben, an günstigen Stellen mit einem umständlichen Apparat, der seine Aufmerksamkeit von der Navigierung ablenkt, Küstenaufnahmen zu machen. Wenn es Zeit ist, dann muß ein praktischer Apparat, wie ein schußbereites Gewehr, in der Luvecke der Brücke stehen, und so schnell wie ein Gewehrschuß,

nach kurzem Zielen und Entsichern, abgegeben wird, so schnell, ohne weiteres Besinnen, muß auch die photographische Aufnahme zu machen sein. Eben so schnell muß auch mit wenig Griffen, die Kamera geladen und zur nächsten Belichtung bereit sein. — Die vorstehende, von mir entworfene Zeichnung (Fig. 1), veranschaulicht den Entwurf einer Kamera, die den aufgestellten Forderungen entsprechen dürfte. Sie besteht aus einem verzinkten, dünnwandigen Stahlblechkasten wie Forderung 1 angibt. Auch die übrigen Forderungen sind, wie aus der Zeichnung und den Erklärungen hervorgeht, berücksichtigt. Die Kamera wird mittels des Kolbens wie eine Büchse angelegt und die Küstenstrecke, die man auf die Platte haben will, am Rahmensucher eingestellt. Wenn man die horizontale Kante der Kamera mit der Kimm in Deckung hat, entsichert man durch einen Druck auf den Abzug a, worauf der Schutzverschluß sich öffnet; beim zweiten Druck erfolgt die Exposition durch den eigentlichen Belichtungsverschluß i s.

Der Verschluß. Sämtliche sogenannte Sektorenverschlüsse an den modernen Kameras müssen, um dem Wunsche möglichster Platzbeschränkung zu genügen, sehr kompendiös gebaut sein. In ihrem Bau liegt es nun, daß sie sich zuerst von der Mitte nach dem Rande zu öffnen und sich dann im entgegengesetzten Sinne schließen; es entsteht also bei der Belichtung eine starke Abblendung, die bei Momentaufnahmen keineswegs erwünscht ist. Außerdem ist die Geschwindigkeit der Sektorenverschlüsse, wegen der öffnenden und wieder schließenden Bewegung gegenüber den nur in einer Richtung sich bewegenden Schlitzverschlüssen, und namentlich wenn diese letzteren dicht vor der Platte laufen, geringer. Sehr viel einfacher, praktischer und billiger sind die Fallverschlüsse vor den Kasten-Kameras; diese gebrauchen aber viel Platz und sind daher nur mit einer Kasten-Kameraart zu verwenden. Ein noch einfacherer, aber viel präziser, ganz erschütterungsfrei und schneller arbeitender Verschluß ist der »Rotationsverschluß«, wie ich ihn nennen will, der wohl bereits existieren mag, den ich aber noch nicht ausgeführt gesehen habe. In nebenstehender Figur 2 sei o das Objektiv, das durch eine runde Metallscheibe, deren Drehpunkt in z liegt, abgeschlossen ist. Wird durch Federkraft die Scheibe in der Richtung des Pfeiles bewegt, so geht der Ausschnitt s vor dem Objektiv o vorüber, die Belichtung ist dadurch vollzogen, und weil dabei die beiden Radien r′ und r″ mit derselben Winkelgeschwindigkeit an allen Punkten das Objektiv o freigeben bzw. wieder bedecken, so ist, wie beim Schlitz- und Fallverschluß, die Belichtung eine ganz gleichmäßige. Die eindeutige drehende Bewegung des Rotationsverschlusses ist ganz erschütterungsfrei. Bei sehr schnellem Gang des Verschlusses tritt beim Festhalten der Bewegung allerdings ein starker Stoß auf, aber erst, nachdem die Belichtung ausgeführt ist. Gerade die Einfachheit, Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit dieses Rotationsverschlusses, neben vollkommen erschütterungsfreiem Lauf, würde ihn, eine gute Konstruktion und verstellbare Geschwindigkeiten bis etwa $^{1}/_{800}$ sek vorausgesetzt, besonders für den Seegebrauch und für Forschungsreisen in den Tropen empfehlen.

Fig. 2.



Rotationsverschluß.

Zu Forderung 2. Für die vorgeschlagene Kamera zu Küstenaufnahmen kommen nur Anastigmate, d. h. Objektive in höheren Preislagen in Frage, deren Linsenfehler, namentlich auch der Astigmatismus, nach Berechnung der Linsenflächen und durch die Verwendung der verschieden brechenden jenenser Glassorten im höchsten Maße beseitigt worden ist, so daß die Platten bis zum Rande scharf, selbst bei voller Blendenöffnung, ausgezeichnet werden. Das ist für Küstenaufnahmen wichtig, und es soll darauf bei der Besprechung der Aufnahmen und Verwendung von besonderen Platten mit Gelbfilter besonders eingegangen werden. Die Auswahl der Objektive für bestimmte Zwecke erfolgt allgemein nach der **relativen Öffnung**, nach der **Brennweite** und nach dem **Bildwinkel** des Objektivs. Die relative Öffnung ist das Maß für die Lichtstärke des Objektivs,

Digitized by Google

sie wird ausgedrückt durch das Verhältnis der Brennweite zur Öffnung und wird geschrieben 1 : 5, 1 : 8 oder $^1/_5$, $^1/_8$ oder auch f : 5, f : 8 usw., 1 oder f ist dann die Brennweite, d. h. der Abstand der auf Unendlich eingestellten Mattscheibe von den Blenden des Doppelobjektivs,[1]) und 5, 8, 10, 12 usw. gibt an, wie oft der Durchmesser der wirksamen Öffnung des Objektivs oder der Blende, d. h. der verkleinerten Öffnung, in der Brennweite enthalten ist.

Die Brennweite eines Objektivs ist maßgebend für die Größe der abgebildeten Figuren, letztere sind um so größer, je länger die Brennweite ist; auch die Perspektive wirkt bei langen Brennweiten günstiger als bei kurzen unter 25 cm, weil sie dem natürlichen Sehen, das auf 25 cm angepaßt ist, besser entspricht. Mit der Länge der Brennweite wächst auch das zu verwendende Plattenformat. Der Bildwinkel ist für das Objektiv genau dasselbe, was man beim Auge als Sehwinkel bezeichnet. Letzterer beträgt etwa 30° bis 50°, über 30° hinaus sieht man aber nur undeutlich. Der Bildwinkel des Objektivs schwankt je nach dessen Konstruktion zwischen 40° und 120°.

Im allgemeinen kommt dem lichtstarken Objektiv der kleine, dem lichtschwachen der große Bildwinkel zu. Er ist also abhängig von der Öffnung oder von der Blendenöffnung des Objektivs; je mehr abgeblendet wird, desto größer wird auch der Bildwinkel und das scharfe Bildfeld. Die Blenden haben bei der Auswahl des Objektivs keinen Einfluß, sie haben nur den Zweck, die durch die Fassung gegebene Öffnung des Objektivs zu verengen, und dadurch die Tiefenschärfe des Bildes zu erhöhen. Ist die relative Öffnung eines Objektivs ursprünglich 1 : 6.3, so kann es durch die Irisblende beliebig auf 1 : 8, 1 : 12, 1 : 16 usw. bis 1 : 50 abgeblendet werden. In der Praxis kann man für die Belichtung die Blendenöffnung und die relative Öffnung eines anderen Objektivs unbedenklich vergleichen.

Zusammengefaßt ist daher folgendes hervorzuheben:

1. Je größer die relative Öffnung eines Objektivs, desto lichtstärker ist es.
2. Je länger die Brennweite eines Objektivs, desto größer bildet es die Figuren ab.
3. Vom Bildwinkel eines Objektivs hängt es ab, welche Brennweite zu wählen ist, um ein Plattenformat im Maximum auszuzeichnen.

Wenn man nun nach Bildwinkel, Brennweite und Öffnungsverhältnis ein Objektiv zu Küstenaufnahmen aus den im Handel erhältlichen auswählt, so muß man erst die wünschenswerte Größe dieser einzelnen Faktoren bestimmen.

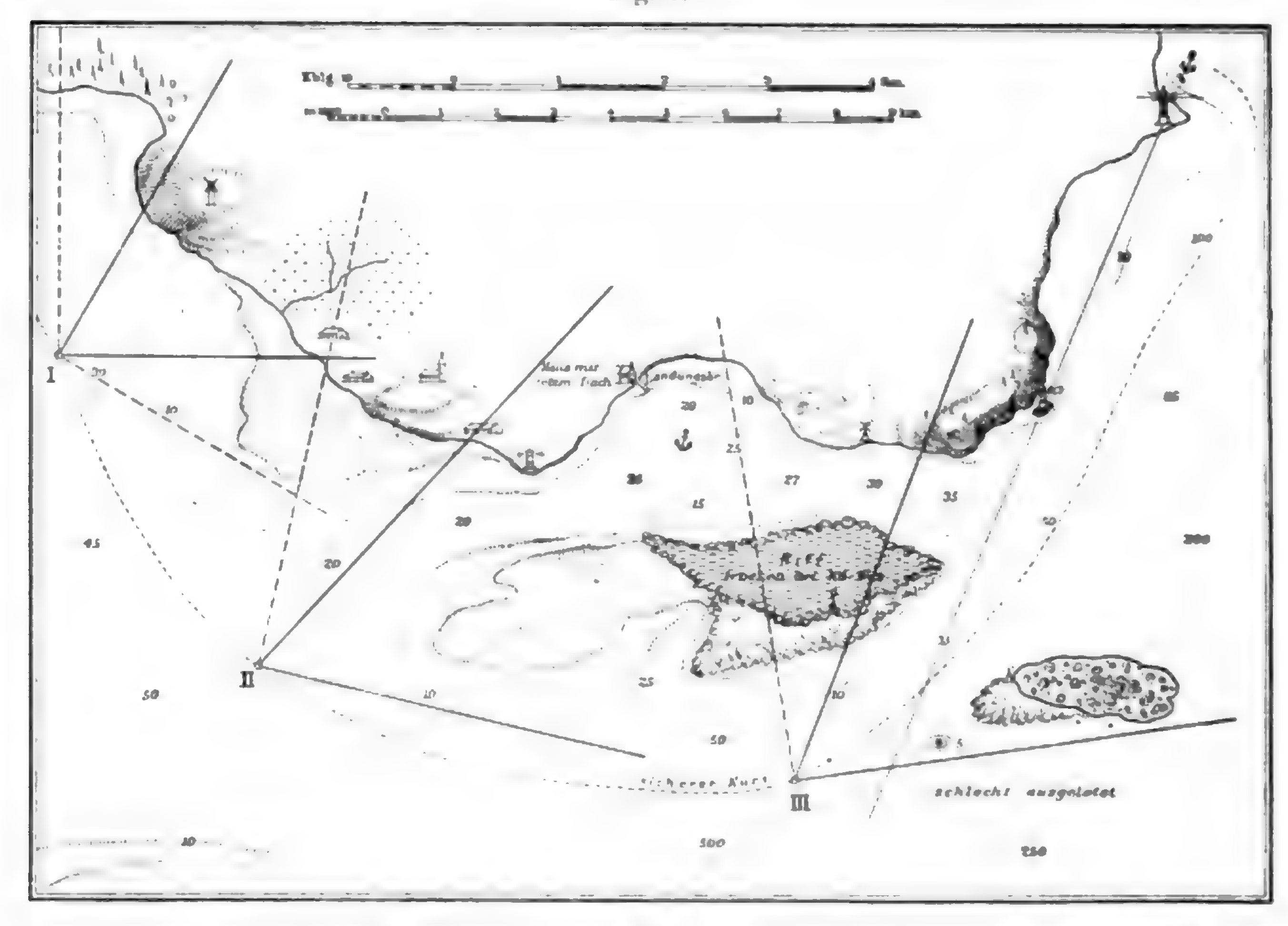
Der Bildwinkel müßte recht ausgedehnt, möglichst 180° sein, damit gleich ein ganzes Panorama auf einer Platte vorhanden wäre. Solche Kameras gibt es auch, sie sind unter dem Namen Panorama-Kameras bekannt; ja man kann mit solchen Apparaten selbst eine Landschaft von 360° aufnehmen. Es sind aber nur Bandfilms zu diesen Aufnahmen zu verwenden, die Brennweiten können nur sehr kurz gehalten werden, die Horizontale ist häufig, sogar meistens, wenn die Kamera bei der Aufnahme nicht sehr genau horizontal gehalten wurde, als nach unten oder oben konvexe Kurve abgebildet. Das macht einen sehr störenden Eindruck, die Bilder können nicht zur Wiedergabe in den Küstenhandbüchern verwendet werden. Ferner ist die Verwendung von Films schon ein Grund, diese Kameras nicht zu wählen; es kommen, was später bei den für den Seegebrauch passenden Handapparaten besprochen werden soll, nur Trockenplatten zur Verwendung. Die kurze Brennweite, verbunden mit dem wackligen, bei jeder Exposition herumschlagenden Objektiv, wodurch nur sehr lange Belichtungen möglich sind, weil durch das Herumschlagen des Objektivs die Belichtung erzielt wird, und die sehr mittelmäßige Güte der verwendeten Linsen an diesen Panorama-Kameras, alles verstößt gegen die Grundprinzipien, die eingangs für eine Kamera

[1]) Es ist das natürlich nur eine angenäherte Definition der Brennweite und sie ist auch nur dann richtig, wenn die Irisblende zwischen den beiden symmetrischen Hälften des Linsensystems angeordnet ist. Über die keineswegs so einfache, genaue Feststellung der Brennweite photographischer Objektive vergleiche man die Lehr- und Handbücher der Photographie.

Digitized by Google

zu Küstenaufnahmen aufgestellt wurden. Außerdem kann mit jedem kleinen, guten Handapparat durch Zusammenlegen von zwei Bildern, die von demselben Standpunkt aufgenommen wurden, ein ganz vorzügliches Panorama für Küstenansichten hergestellt werden; dann sind die kleinen Handapparate auch noch zu allen jenen universellen Zwecken verwendbar, über die noch berichtet werden soll, während die Panorama-Kameras nur zu einem ganz besonderen Liebhaberzweck verwendbar sind. Die allgemein orientierende Küstenansicht läßt sich also sehr gut mit kleinen und verhältnismäßig billigen Apparaten aufnehmen. Es ist nun sehr wünschenswert, daß der besprochene Apparat auch womöglich mit zwei Aufnahmen eine Küstenansicht von 180° Bildwinkel liefern soll. Die kleine Übersichtskarte (Fig. 3) zeigt, wie angebracht ein großer Bildwinkel wäre, um eine vielgegliederte, auch vertikal gestaltenreiche Küste, mit wenig Aufnahmen darzustellen. Die gestrichelten Peilungslinien von den Positionen I, II und III aus

Fig. 3.



gerechnet, geben den Bildwinkel von 90°, die ausgezogenen den von 60° an. Aus der Karte geht nun hervor, daß mit dem weitwinkligen Objektiv von 90° bzw. 100° (man nennt solche Objektive kurzweg »Weitwinkel«) von den Positionen I, II und III jedesmal mit einer einzigen Aufnahme, für die Ansteuerung und für die Einsteuerungen auf die Reede hinter dem Kugelbaken-Riff, sämtliche wichtigen Seezeichen und natürlichen Marken abgebildet werden; ferner, daß von Position II aus mit zwei Aufnahmen die ganze Küstenstrecke hinter der Windmühlen-Huk zusammen mit der Einsteuerung zur Reede und mit der Kreuzbake auf der Insel auf eine Übersicht von zwei Blättern gelangt. Das alles ginge mit einem lichtstarken Objektiv, das eine verhältnismäßig große Öffnung und einen dementsprechenden kleineren Bildwinkel von etwa 60° hat, nicht zu machen. Wenn also allein die größtmögliche Ausdehnung des Bildwinkels bei der Wahl des Objektivs maßgebend, und dabei auch noch gute Momentaufnahmen angängig wären, so müßte man etwa die Anastigmate von 1 : 8 oder 1 : 9 mit einem entsprechenden Bildwinkel von 90° bis 105° haben, die, die entsprechende lange Brennweite vorausgesetzt, noch Platten von 24 × 30 oder

Digitized by Google

40 × 50 cm randscharf auszeichnen. Es ist aber nicht nur eine lange Brennweite und ein großer Bildwinkel wünschenswert, sondern auch ein recht großes Öffnungsverhältnis, und das läßt sich nicht alles vereinigen. Wir werden daher, bevor wir uns über die zu wählende Brennweite und Öffnung entscheiden, erst ergründen, ob die lichtstärksten Objektive notwendig sind, oder ob wir mit einer Öffnung von 1 : 8 im Interesse des größten Bildwinkels vorlieb nehmen können.

Die Voraussetzung, die für Aufnahmen an Land bei der Wahl der Expositionszeit für Momentaufnahmen maßgebend ist, nämlich fester Standpunkt und bewegte Objekte, hat auf See keine Geltung. Hier hat man, wenigstens bei Küstenaufnahmen, bewegten Standpunkt und feste Objekte. Nur in der Nähe von See-Reeden, deren Sände mit großen schwimmenden Seezeichen kenntlich gemacht sind (z. B. Havre und Elbmündung), kann ausnahmsweise der Fall eintreten, daß man, neben der Schlinger- und Stampfbewegung des eigenen Schiffes, auch die der Tonnen zu berücksichtigen hat, was eine höhere Geschwindigkeit des Verschlusses erfordert, um scharfe Bilder der Einzelheiten zu erhalten. Dabei ist noch zu beachten, daß schnell bewegte, nahe Gegenstände, namentlich bei langbrennweitigen Objektiven, eine beträchtliche Steigerung der Geschwindigkeit des Verschlusses erfordern; so gebraucht man z. B. zur scharfen Abbildung von Rennpferden, die auf kurzer Entfernung am Zuschauer vorbeijagen, die Schlitzverschlüsse vor der Platte. Diese Forderungen treten bei Küstenaufnahmen niemals an den Apparat heran. Ferner sind die Lichtverhältnisse auf dem Meer und an den Küsten ganz besonders günstig, deshalb kommt man mit Objektivverschlüssen vollkommen aus, was gegenüber den Schlitzverschlüssen eine wesentliche Vereinfachung und Verbilligung bedeutet. Außerdem sind die Schlitzverschlüsse für große Plattenformate gar nicht erschütterungsfrei auszuführen — soweit meine eigene Erfahrung reicht. Bei den günstigsten Lichtverhältnissen auf See würde mancher Photograph glauben, man könne schon mit einer Öffnung von 1 : 8 oder 1 : 9 vollkommen auskommen. Das ist eine irrige Annahme. Unter normalen Verhältnissen gibt Kaiserling die Expositionszeit für fahrende Schiffe im Abstand von 500 bis 1000 m zu $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ ^{sek}, für geringeren Abstand auf $^1/_{50}$ bis $^1/_{150}$ ^{sek} an. Mit $^1/_{50}$ bis $^1/_{100}$ ^{sek} Belichtungszeit, Öffnung 1 : 8, habe ich, allerdings im Juni, sogar noch etwas abgeblendet, scharfe Bilder erhalten (Torpedoboote beim Durchbruch durch die Kiellinie). Leider liegen die Verhältnisse bei Küstenaufnahmen sehr viel ungünstiger und zwar deshalb, weil die Lichtstrahlen auf der weiten Strecke von der Kimm bzw. von der Küste bis zur Platte viel Luft zu passieren haben, die, wie der blaue Himmel, diffuse bläuliche Strahlen aussendet, wodurch auf dem Negativ ein allgemeiner Schleier über den Einzelheiten der Ferne entsteht. Die photographische Platte sieht eben anders als das menschliche Auge, das mehr auf die gelben, während die Platte mehr auf die blauen und violetten Strahlen reagiert. Daher wirkt die »blauende Ferne« einer dem Auge gut sichtbaren Gebirgskette und namentlich die »blauen Schwaden« über den Abhängen ebenso intensiv auf die lichtempfindliche Schicht der Trockenplatte, wie der auf dem Negativ immer überlichtete blaue Himmel und dann findet man auf dem fertigen Bilde keine Spur des fernen Gebirges — es ist verschleiert. Aber nicht nur die Luft, sondern auch das blaue Meer, namentlich wenn es unter der Tropensonne von einer Lichtflut übergossen ist, wirkt so stark auf die Bromsilberschicht ein, daß sehr häufig diese starken Lichtreflexe vom Wasser und vom weißen Schaum der Wellenkämme, die schmale Strandlinie, eines an sich flachen Landes, vollkommen überdecken; man nennt das solarisieren. Hierbei würden auch die schnellsten Verschlüsse keine Vorteile gewähren, namentlich auch dann nicht, wenn rote Seezeichen und grüne Strandwälder sich deutlich von einer braunen Felswand abheben sollen. Bekanntlich wirken rot und braun fast gar nicht auf die Platte ein, deshalb entwickelt man ja auch bei rotem oder braunem Dunkelkammerlicht. Früher setzte man Gelbscheiben vor das Objektiv um die blauen Strahlen zurückzuhalten, neuerdings geht man rationeller vor. Die gewöhnlichen Bromsilberplatten sind vorwiegend für blau, violett, weniger für grün und gelb, und fast gar nicht für rot empfindlich. Die gelbliche Bromsilberschicht der gewöhnlichen Trockenplatten

Digitized by Google

absorbiert hauptsächlich die blau-violetten Strahlen. Um nun auch die anderen Strahlen auf die Bromsilberschicht besser wirken zu lassen, färbt man sie mit Erythrosin, Azalin, Äthyl usw. Trotzdem bleiben aber die blauen und violetten Strahlen immer noch die chemisch wirksamsten und man ist genötigt, ein gutes Gelbfilter der farbenempfindlichen Platte vorzuschalten. Auf diese Weise kann man die Wirkung des Blau des Himmels, der Luft und der See, das Weiß des Wellenschaumes und des Schnees der Hochgebirge soweit zurückhalten, daß die Farben der Felsen, des Strandes, der Seezeichen und des Laubes deutlich auf dem Bilde als Licht und Schatten hervortreten, also kenntlich sind. Sollen aber die farbenempfindlichen Platten voll zur Wirkung kommen, so muß man immer noch zur Zurückhaltung der blauen Strahlen ein Gelbfilter vorschalten, das die Belichtung um das Fünf- bis Zehnfache verlängert. Und daher ist es jetzt erklärlich, daß man trotz der ungemein günstigen Lichtverhältnisse auf See für Küstenaufnahmen auf großem Abstand (schon bei 300 m Entfernung beginnt die Luft zu schleiern) sehr lichtstarke Objektive gebrauchen muß, um die durch Anwendung von Gelbfilter entstandenen Lichtverluste wieder auszugleichen. So verlockend es also auch war, einen recht großen Bildwinkel für Küstenaufnahmen und daher das Öffnungsverhältnis 1 : 8 oder 1 : 9 zu wählen, die Helligkeit langt nicht aus und man muß mit der größeren Öffnung auch einen kleineren Bildwinkel mit in den Kauf nehmen. Die Richtigkeit dieser Folgerungen möge zahlenmäßig nachgewiesen werden.

Bei dem Blendensystem, das auf dem Photographischen Kongreß 1903 zur allgemeinen Einführung empfohlen wurde, bedingt die Einstellung einer jeden kleineren Blendennummer eine doppelt so große Belichtungszeit, als die vorangehende größere Nummer. Nehmen wir nun besonders günstige Verhältnisse an, so ergibt sich danach etwa folgende Übersicht der Grenzwerte für die verschiedenen relativen Öffnungen und für die dazugehörigen Belichtungszeiten.

Die Tabelle gilt für folgende Voraussetzungen: Sonne durch lichtes Cirrusgewölk verschleiert; offene, dünn bewaldete Küste mit breitem, weißem Strande; Empfindlichkeit der orthochromatischen Platten (»Anilin« oder »Lumière«) etwa 28° bis 30° Warnecke. Das Gelbfilter verlängert die unten angegebenen Expositionszeiten etwa um das Vier- oder Fünffache. (Selbst ein die Belichtungsdauer um das Zehnfache verlängerndes Gelbfilter würde, wie die Tabelle zeigt, unter gewissen Bedingungen, für Momentaufnahmen immer noch verwendbar sein.)

Erdzone, Monat Tageszeit	Empfindlichkeit der Platten	Sonnenhöhen	Die hierunter gegebenen Belichtungszeiten sind in Teilen einer Sekunde ausgedrückt Relative Öffnung bzw. Blendenöffnung d. Objektivs							
			1:4	1:5.6	1:8	1:11.3	1:16	1:23	1:32	1:45
In den Tropen von 10h V. bis 2h N.	25° W. oder mit Vierfach-Gelbfilter	70°	1/1600	1/800	1/400	1/200	1/80	1/35	1/15	1/[illegible]
	30° W.	70	1/6000	1/3200	1/1600	1/800	1/350	1/100	1/50	1/25
Auf 47° N-Br. im Dezember mittags	25° W. oder mit Vierfach-Gelbfilter	20°	1/400	1/200	1/100	1/50	1/25			
	30° W.	20	1/1600	1/800	1/400	1/200	1/100			
Auf 60° N-Br. im Dezember mittags	25° W. oder mit Vierfach-Gelbfilter	5	1/120	1/[illegible]	1/[illegible]	1/15				
	30° W.	5	1/500	1/250	1/125	1/60				

Aus dieser Übersichtstabelle (man vergleiche dazu die später gegebene ausführliche Belichtungstabelle für alle Breiten und alle Jahreszeiten) geht hervor, daß selbst unter sehr günstigen Umständen, aber mit vorgeschaltetem Gelbfilter, ein Objektiv mit dem Öffnungsverhältnis von 1 : 8, auf 60° Breite in den Mittagsstunden des Winters bereits an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit angelangt ist. Es würden sich die Grenzen allerdings noch erweitern lassen, wenn man keine Gelbfilter und die empfindlichsten Chromoplatten von 30° W. anwenden würde, allein auch das könnte nicht genügen, wenn man bedenkt, daß der Apparat auch in den Polargegenden und nicht ausschließlich in den Mittagsstunden einwandsfreie Dienste leisten soll, wo andere gewöhnliche Apparate bereits

Digitized by Google

versagen. Wenn wir die Forderung auch nicht gleich auf ein Öffnungsverhältnis von 1 : 4 steigern wollen, obwohl das ganz angebracht erscheinen würde, so muß doch mindestens ein Öffnungsverhältnis von 1 : 6.3, wie es auch tatsächlich von unseren besten optischen Firmen geboten wird, auf die engere Wahlliste gestellt werden; der größere Bildwinkel, Billigkeit und Leichtigkeit, alles unbestreitbare Vorzüge des Objektivs von 1 : 8, müssen doch vor dem zwingenden Bedürfnis nach mehr Licht, zur besseren Ausnützung der Arbeitszeit und Gelegenheit, worauf mitunter alles ankommt, zurücktreten.

Bezüglich des Plattenformats ist man abhängig von dem gewählten Bildwinkel und der Brennweite. So weit die Platte scharf ausgezeichnet wird, so weit muß, in der Horizontalen gemessen, auch die Platte reichen. Die Platte kleiner nehmen wollen, als sie das Objektiv randscharf deckt, verstieße gegen einen Grundsatz für unsern Apparat, denn man würde ja den Bildwinkel dadurch künstlich verengen. Die Plattengröße kann recht bedeutend werden, ohne den Apparat unhandlicher zu machen. Aus der nun folgenden Zusammenstellung wird sich ergeben, welche Objektive zur engeren Wahl heranzuziehen wären.

Klasse	Firma	Brennweite cm	Öffnung	Bildwinkel	randscharf ausgezeichnetes Plattenformat cm	Preis in Normalfassung M	Name und Serie des Objektivs
I	Carl Zeiss	59.0	1:6.3	(60°)	30×40	900	Tessar Serie IIb
	Voigtländer & Sohn, A.-G.	60.0	1:6.3	66	27×34	900	Collinear Serie II
II	Carl Zeiss	49.0	1:6.3	60°	24×30	700	Tessar Serie IIb
	Voigtländer & Sohn, A.-G.	52	1:6.3	66°	24×30	680	Collinear Serie II
	E. Suter	52	1:6.3	70	30×36	640	Anastigmat Serie II
III	Carl Zeiss	36.5	1:6.3	65°	18×24	440	Tessar Serie IIb
	Voigtländer & Sohn, A.-G.	37.0	1:6.3	66°	18×24	400	Collinear Serie II
	E. Suter	35.0	1:6.3	70°	21×27	384	Anastigmat Serie II
IV	Voigtländer & Sohn, A.-G.	60	1:4.5	48	30×40	1500	Collinear Serie II
V	Carl Zeiss	50	1:4.5	50°	24×30	1000	Tessar Serie Ic
	Voigtländer & Sohn, A.-G.	48	1:4.5	48°	26×31	750	Heliar
	C. A. Steinheil & Söhne	50	1:4.5	60°	24×30	720	Unofocale Serie I
	C. P. Goerz	48	1:5.5	70°	30×36	675	Doppel-Anastigmat »Celor«, Serie Ib
VI	Carl Zeiss	40	1:4.5	50°	18×24	700	Tessar Serie Ic
	Voigtländer & Sohn, A.-G.	42	1:4.5	48	21×27	620	Heliar
	E. Suter	40	1:4.5	60°	21×27	400	Unofocale Serie I
	C. P. Goerz	42	1:4.5	70	24×30	575	Doppel-Anastigmat »Celor«, Serie Ib
VII	E. Suter	65.0	1:7.2	80	50×60	640	Anastigmat Serie I
VIII	C. A. Steinheil & Söhne	60.0	1:6.8	80°	40×50	900	Orthostigmat Serie B
	Voigtländer & Sohn, A.-G.	58.0	1:7.7	66°	40×50	840	Collinear Serie III
	E. Suter	60.0	1:7.2	80	30×40	400	Anastigmat Serie I
	C. P. Goerz	60	1:6.8	70°	45×60	920	Doppel-Anastigmat »Dagor«, Ser. III
IX	Voigtländer & Sohn, A.-G.	52.0	1:7.7	66°	35×45	600	Collinear Serie III
	C. A. Steinheil & Söhne	48.0	1:6.8	80°	30×40	600	Orthostigmat Serie B
	E. Suter	50.0	1:6.8	80°	40×50	520	Anastigmat Serie I
	C. P. Goerz	48	1:6.8	70	35×45	620	Doppel-Anastigmat »Dagor«, Ser. III

Objektive mit Öffnung 1 : 8 sind nur zum Vergleich des Bildwinkels und des Plattenformats aufgeführt. Die Anastigmate aus vier einfachen unverkitteten Linsen bestehend, sind infolge ihrer einfachen Konstruktion billiger, sie werden

Digitized by Google

aber von mehreren Firmen nicht mehr hergestellt, man gibt vielmehr den verkitteten Linsensystemen wieder den Vorzug. Zu den unverkitteten Linsensystemen gehört Steinheil, Serie I. Das früher von Zeiss hergestellte »Unar« 1 : 4.5, 1 : 5.6 und 1 : 6.3 gehörte ebenfalls in diese Klasse, war ebenfalls verhältnismäßig billig, einfach im Bau und sehr leistungsfähig; diese Objektive mit vier unsymmetrischen Einzellinsen, sollen aber mehr als die verkitteten Systeme zu Lichtflecken auf der Platte, verursacht durch Spiegelung an den vielen Flächen, neigen.

Klassen VII, VIII und IX ergeben gegenüber den Klassen I, II und III keine oder nur geringfügige Preisunterschiede, besitzen aber nicht dieselbe Helligkeit wie die ersten Klassen, diese werden also unbedingt bevorzugt werden müssen. Für die Wahl der Brennweite ist folgende Überlegung maßgebend: Ein Objektiv mit f = 60 cm bildet auf 4 Sm Abstand eine Windmühle in einem Maßstabe von 1 mm ab, dann bildet ein Objektiv mit f = 30 cm die Mühle 0.5 mm ab. Daraus folgt, daß große Tonnen und kleine Baken bei 4 Sm Abstand mit f = 30 nicht mehr kenntlich zu machen sind, auch selbst, wenn starke Vergrößerung angewendet wird; bei sechsfacher Vergrößerung tritt aber schon das Plattenkorn hervor. Auf 2 Sm Abstand habe ich mit f = 28.5 ein weißes kleines Unterschiff noch scharf und deutlich in der Größe von 0.3 bis 0.4 mm auf dem Negativ feststellen können, auch die Masten und Takelage waren mit bloßem Auge deutlich zu erkennen. Tonnen und kleine Baken werden also auf 2 Sm Abstand und f = 28.5 mit der Lupe oder vergrößert eben noch erkannt werden können. Hier liegt also die untere Grenze auch bei 2 Sm Abstand. Man wird also nicht sehr fehl gehen, wenn man die Objektive der Klassen I bis VI auf die engere Wahl für Küstenaufnahmen stellt. — Nun ist aber auch noch der Bildwinkel oder das Plattenformat zu berücksichtigen. Die großen Brennweiten von 60 cm und darüber zeichnen ein Format von 30 × 40 cm aus. Eine aus zwei Aufnahmen zusammengeklebte Küstenansicht, mit f = 60 aufgenommen, würde eine Länge von 80 cm haben, die kleinsten Details wiedergeben, aber weder zu den Formaten der »Küstenhandbücher« noch zu denen anderer Veröffentlichungen in Buchform passen. Brennweite, Bildwinkel und Plattenformat müßten so gewählt werden, daß die Negative unverkleinert und unvergrößert verwendet werden könnten. Das spart Zeit, Arbeit und Geld und ist nur auf praktischem Wege durch Versuche zu ermitteln.

Der Preis des ganzen Apparates würde sich, je nach dem gewählten Objektiv, mit Bildwinkel = 60° bis 70° und der Öffnung 1 : 6.3 etwa folgendermaßen stellen:

	Objektiv Klasse I, f = 60 cm	Klasse II, f = 50 cm	Klasse III, f = 36 cm
Objektiv	900 ℳ	700 ℳ	400 ℳ
Verschluß	150 «	70 «	54 «
Gelbfilter	100 «	70 «	50 «
Kamera	500 «	500 «	500 «
Ganzer Apparat	1650 ℳ	1340 ℳ	1004 ℳ

Wenn man die lichtstärksten Objektive der Klasse V wählen sollte, so würde sich der Preis für den ganzen Apparat ebenso hoch stellen wie bei Klasse I, und wählte man dafür Objektive der Klasse VI, so käme der Preis ebenso hoch als wie bei Klasse II; mit Klasse IV ausgerüstet, würde er etwa um 600 ℳ teurer als Klasse I, also auf 2250 ℳ zu stehen kommen.

Wie dieser Apparat zu Küstenaufnahmen zu handhaben ist, wäre später zu erörtern, hier sollen nur zuerst die Voraussetzungen dazu festgestellt und diskutiert werden. Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß der hier vorgeschlagene Apparat ausschließlich Spezialzwecken dienen soll und daß auch Aufnahmen mit kleinen und billigen Apparaten, wie bereits hervorgehoben, sehr wertvoll und unersetzlich sind.

Digitized by Google

Kleinere Mitteilungen.

1. **Neue Sturmwarnungssignale in Japan.** Das in »Ann. d. Hydr. usw.« 1904, Seite 291 mitgeteilte Sturmwarnungssystem Japans hat eine Änderung erfahren, die mit dem 1. April dieses Jahres bereits in Kraft getreten ist. Ähnlich dem in China und Indochina[1]) zur Anwendung kommenden Verfahren, wird jetzt auch in dem japanischen Sturmsignalsystem tags durch bestimmte, weithin sichtbare Symbole, nachts durch die verschiedenartige Stellung von farbigen Lampen die jeweilige Lage einer barometrischen Depression den Schiffsführern bekannt gegeben.

Als Signalkörper dienen rot gefärbte Rotationskörper von folgenden Querschnitten, die je nach Bedarf an den beiden Rahnocken und im Top des Sturmwarnungsmastes gehißt werden:

●	■	▲	▼	◆	⧗
1	2	3	4	5	6

Es bedeuten:

1. Von 3 an der einen Rahnock übereinandergehißten obigen Signalkörpern die beiden oberen die Lage des Sturmzentrums nach der unten angeführten Tabelle I, während der unterste das wahrscheinliche Fortschreiten der Depression nach einer aus Tabelle II ersichtlichen Richtung angibt.

2. Von den beiden Symbolen an der anderen Rahnock, das obere die Schnelligkeit der Fortbewegung, das untere die jeweilige Tiefe der angezeigten Depression, nach den in Tabelle II hierfür gegebenen Werten.

3. Das im Top gehißte Signal, die Zeit, für welche die Lage des Zentrums der Depression bezeichnet ist. Dabei bezeichnet der Ball 6h V., der Zylinder 2h N. und kein Symbol 10h N.

Nachts zeigen 2 oder 3 farbige Lichter übereinandergehißt nur die Lage der Depression an, gemäß der in Tabelle I gegebenen Gruppierung.

Tabelle I.

Tags Symbol	Lage der Depression	Nachts Lampe	Tags Symbol	Lage der Depression	Nachts Lampe
11.	Westlich von den Philippinen	r. r. r.	42.	Shikoku, Inland-See, Halbinsel Kii	w. r. gn.
12.	Luzon	r. r. gn.	43.	Tokaido und weitere Umgegend	w. r. w.
13.	Östlich von Luzon	r. r. w.	44.	Zentral-Japan, Halbinsel Noto und Umgebung	w. gn. r.
14.	Hongkong und Umgegend	r. gn. r.	45.	Ost-Japan und Ostküste von Japan	w. gn. gn.
15.	Formosa	r. gn. gn.	46.	Weit von der Ostküste Japans	w. gn. w.
16.	Yaeyama-Gruppe	r. gn. w.	51.	Shantung-Halbinsel, Gelbes Meer und Liautung-Halbinsel	w. w. r.
21.	Südlich von Liu-kiu	r. w. r.	52.	Korea	w. w. gn.
22.	Zwischen Liu-kiu und den Bonins	r. w. gn.	53.	Südlicher Teil des Japan. Meeres	w. w. w.
23.	Bonin-Inseln und Umgebung	r. w. w.	54.	Nord-China	r. r.
24.	Liu-kiu, Amami-Oshima und Umgebung	gn. r. r.	55.	West-Mandschurei	r. gn.
25.	Weit von der Südküste Japans	gn. r. gn.	56.	Korea und Ost-Mandschurei	r. w.
26.	Südlich von der Hachijo-Insel	gn. r. w.	61.	Wladiwostok und Umgebung	gn. r.
31.	Südlich vom Yangtse-Tal	gn. gn. r.	62.	Zentrale und nördliche Teile des Japan. Meeres	gn. gn.
32.	Südlicher Teil der östlichen China-See	gn. gn. gn.	63.	Tsugaru-Straße u. West-Hokkaido	gn. w.
33.	Nördlich vom Yangtse-Tal	gn. gn. w.	64.	Ost-Hokkaido und die See südlich der Kurilen	w. r.
34.	Shanghai und Umgegend	gn. w. r.	65.	Tartarischer Golf	w. gn.
35.	Nordöstlicher Teil der östlichen China-See	gn. w. gn.	66.	Süd-Sachalin und Umgebung	w. w.
36.	Unteres Hang-ho-Tal	gn. w. w.			
41.	Kiushiu	w. r. r.			

r. = rot, gn. = grün[2]), w. = weiß.

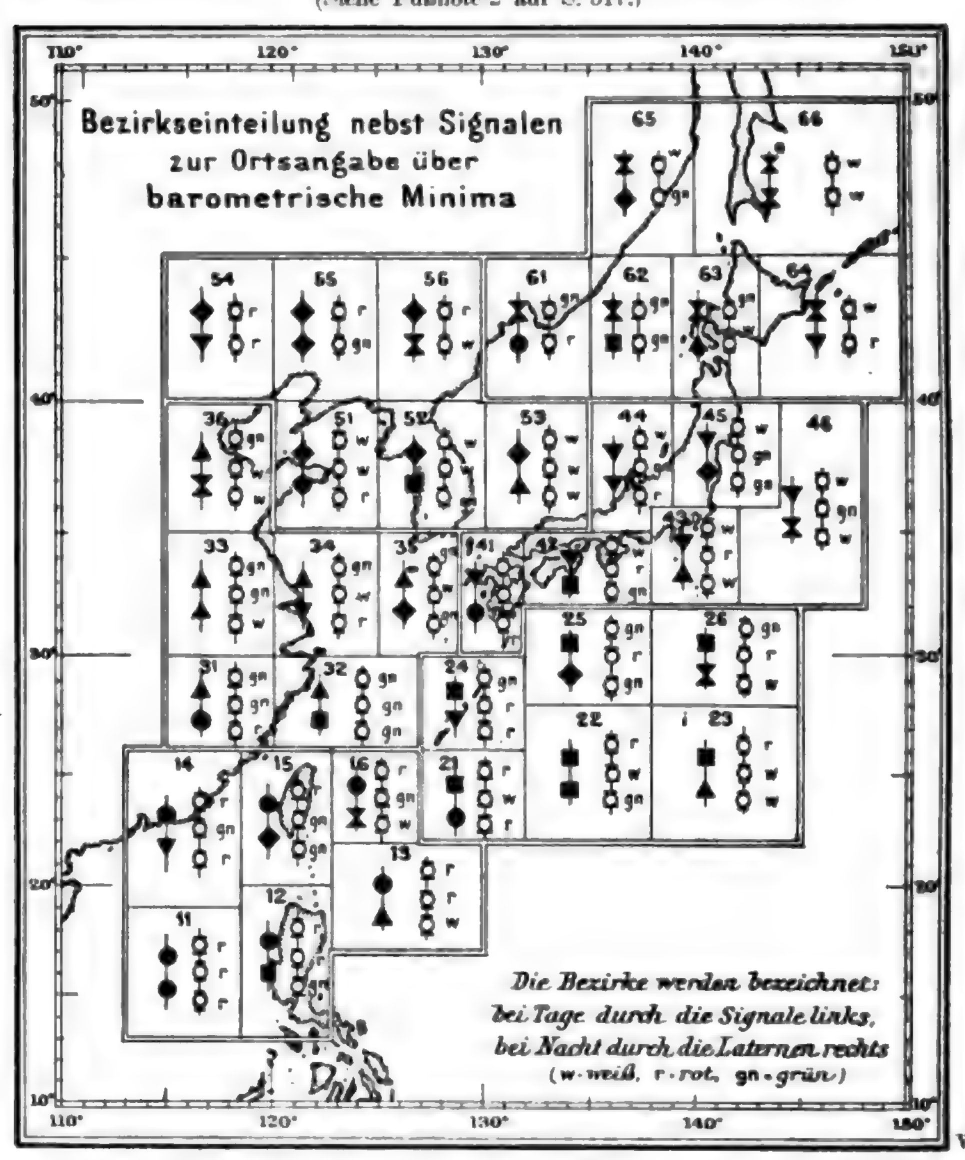
[1]) Vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 407 und 1907 S. 573.

[2]) In der Mitteilung »New storm signal of Japan« im »Journ. Meteor. Soc. Japan« April 1908, der die vorliegenden Angaben entnommen sind, ist die hier mit »grün« bezeichnete Laterne als »blue« angegeben. Da blaue Laternen nicht gebräuchlich, auch die früheren Nachtsignale im japanischen Sturmwarnungssystem wohl eine grüne aber keine blaue Laterne enthielten, so ist angenommen worden, daß in der angegebenen Quelle das Wort »blue« eine ungenaue Übersetzung der Farbenbezeichnung im Japanischen darstellt und richtig dafür grün zu setzen ist. D. Red.

Tabelle II.

Symbol	Richtung	Geschwindigkeit	Tiefe der Depression
1	NO	stationär, oder sehr langsam	unter 730 mm
2	O	etwa 5 Sm in der Stunde	730—735 «
3	SO	« 10 « « « «	736—740 «
4	W	« 15 « « « «	741—745 «
5	NW	« 25 « « «	746—750 «
6	N	zurückdrehend	≥ 751 mm

Neuer Sturmwarnungsschlüssel für Japan.
(Siehe Fußnote 2 auf S. 317.)



v. d. B.

2. **Zu den Beziehungen zwischen den Eisverhältnissen bei Island und der nordatlantischen Zirkulation.** Eine Untersuchung der Beziehungen zwischen der Stärke der nordatlantischen Zirkulation einerseits und der Eistrift bei Island andererseits, hatte mich in zwei Abhandlungen, die in dieser Zeitschrift erschienen sind, zu folgenden Resultaten geführt:[1])

[1]) W. Meinardus. Über Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation und ihre Folgen. »Ann. d. Hydr. usw.« 1904, S. 353—362. — Periodische Schwankungen der Eistrift bei Island. Ebenda 1906, S. 148—162, 227—239, 278—285, mit Tafeln.

Digitized by Google

1. Relativ hoher Luftdruck auf Island im Winter und Frühjahr bedingt in der Regel (d. h. in 70 bis 80% der Fälle) Eisreichtum, niedriger Luftdruck dagegen Eisarmut bei Island. Relativ hoher oder niedriger Luftdruck im Bereich des isländischen Minimums kann als Zeichen einer abgeschwächten oder verstärkten nordatlantischen Zirkulation angesehen werden, wenn man als Maß für diese die Luftdruckdifferenz zwischen Mitteleuropa (Kopenhagen) und Island (Stykkisholm) betrachtet. Somit ergibt sich, daß Eisreichtum bei Island mit einer schwachen, Eisarmut mit einer starken Zirkulation zusammenhängen. Dies das Resultat, das sich bei einer Untersuchung der *einzelnen* Jahrgänge von 1860 bis 1900, herausstellte.

2. Eliminiert man die sehr beträchtlichen, unperiodischen, jährlichen Schwankungen der Eistrift und der nordatlantischen Zirkulation in der bekannten Weise dadurch, daß man Lustrenmittel bildet, so sieht man bei beiden Elementen, besonders aber in der Eistrift, sehr langjährige, anscheinend mit den *Brückner*schen 35jährigen Klimaschwankungen korrespondierende Perioden hervortreten. Jetzt fallen aber in dem Zeitraum 1846 bis 1900, für den durch Luftdruckbeobachtungen in Island ein Maß für die Stärke der atlantischen Zirkulation gewonnen werden kann, die eisreichen *Perioden* bei Island mit verstärkter, die eisarmen mit abgeschwächter Zirkulation, zusammen.

Die Beziehungen der Eistrift bei Island zu der nordatlantischen Zirkulation stellen sich demnach bei Betrachtung der einzelnen Jahrgänge anders dar wie nach Elimination der unperiodischen Schwankungen. Auf den ersten Blick scheinen also die Ergebnisse beider Untersuchungen in einem Widerspruch miteinander zu stehen, und es ist verständlich, wenn die Frage aufgeworfen wird, wie sich die ermittelten Tatsachen in Einklang bringen lassen.

Die kürzeste Antwort auf diese Frage ist die, daß es sich im ersten Fall um die Beziehungen der beiden verglichenen Faktoren in den *einzelnen Jahren* (für die atlantische Zirkulation in den einzelnen Winterhalbjahren) handelt, im zweiten Fall um die Beziehungen in *langjährige Perioden*. In langen Perioden können aber andere Faktoren wirksam sein wie im einzelnen Jahre.

Im vorliegenden Fall denke ich mir den Zusammenhang der Dinge folgendermaßen:

Die *langjährige Periode der Eistrift* bei Island weist darauf hin, daß die allgemeinen Bedingungen, die für die Eiszufuhr aus höheren Breiten maßgebend sind, sich periodisch bald günstiger, bald ungünstiger gestalten. Welcher Art diese Bedingungen sind, läßt sich heute noch nicht sagen. Jedoch drängt sich wegen der Korrespondenz mit den *Brückner*schen Klimaschwankungen die Vermutung auf, daß der Wechsel der allgemeinen meteorologischen Situation, der nach *Brückner* auf den Landflächen durch warme, trockene und kühle, feuchte Perioden charakterisiert wird, auf irgend eine Weise einen Wechsel in der Stärke der Eisbildung und in der Menge des exportbereiten Eises im Nordpolargebiet bedingt. So mag auch die Erhöhung der Luftdruckdifferenz zwischen Mitteleuropa und Island (oder die Verstärkung der nordatlantischen Zirkulation), die zur Zeit der warmen Perioden auftritt, in irgend einer direkten oder indirekten Weise ursächlich mit zur Vermehrung der Eismengen beitragen, die dem Ostgrönlandstrom zur Verfügung gestellt werden *können*.

Es ist z. B. denkbar, daß durch die Beschleunigung der atlantischen Strömung (des Golfstroms), die vermutlich durch die lange dauernde, verstärkte Luftzirkulation zur Zeit der warmen Perioden hervorgerufen wird, eine vermehrte Wasserzufuhr in das Nordpolarbecken stattfindet. Diese müßte dann durch einen verstärkten Abfluß von den Polarströmungen kompensiert werden, womit auch die allgemeinen Bedingungen für eisreiche Jahre günstiger werden.

Diese Wirkung würde noch unterstützt werden, wenn das atlantische Nordpolargebiet, wie es nach den Temperaturbeobachtungen in Grönland (Jacobhavn 1841—1900) wahrscheinlich ist, im Sinne *Brückners* ein Ausnahmegebiet wäre. Dann müßte dort die Eisbildung zu den Zeiten verstärkt sein, in denen die Landflächen der gemäßigten Zone in der warmen Phase der *Brückner*schen Periode stehen.

Wie dem auch sei, nach den 100jährigen Beobachtungen bei Island besteht die Tatsache, daß das Eisvorkommen daselbst langperiodische Schwankungen zeigt, deren Bedingungen nicht in der näheren Umgebung, sondern in allgemeinen Verhältnissen gesucht werden müssen, die u. a. auch in einer entsprechenden Schwankung der atlantischen Zirkulation ihren Ausdruck finden.

Anders liegt nun aber die Frage nach dem Zusammenhang der Eistrift im einzelnen Jahr mit den gleichzeitigen oder voraufgehenden Luftdruckverhältnissen. Ob ein bestimmtes Jahr bei Island eisreich oder eisarm wird, ist in der Regel von der relativen Höhe des Luftdrucks im Winter und Frühjahr bei Island abhängig, wie es Brennecke an den Jahrgängen 1881—1895 nachgewiesen hat[1]) und wie ich es in etwas anderer Fassung für einen längeren Zeitraum glaube wahrscheinlich gemacht zu haben.

Wie groß der Eisreichtum in einem eisreichen Jahr bei dafür günstiger Luftdrucklage wird, hängt aber davon ab, welcher Phase der langjährigen Periode, von der oben die Rede war, das betreffende Jahr angehört. In einem Zeitraum, der in einen Höhepunkt der Periode fällt, werden die eisreichen Jahre zu besonders schweren. Daneben treten aber auch eisfreie Jahre auf, wenn die meteorologische Lage im einzelnen Fall es verlangt. Sind andrerseits während einer im allgemeinen eisarmen Zeit der langen Periode die meteorologischen Verhältnisse im Einzelfalle günstig für ein Eisjahr, so wird die Eistrift eine kleine bleiben, aber sich doch herausheben aus der Reihe der anderen Jahre.

Eine im einzelnen Jahr vorhandene Luftdrucklage wird also eine der Intensität nach verschiedene Wirkung haben in eisarmen und eisreichen Perioden. In eisarmen Perioden steht offenbar nicht genügend Eis zur Verfügung, um selbst bei dafür günstiger Luftdrucklage (d. h. bei abgeschwächter Zirkulation) ein besonders schweres Eisjahr bei Island herbeizuführen. Dennoch werden die Jahre sich auch dann gemäß der aktuellen Luftdrucklage verschieden gestalten. In eisreichen Perioden wird dagegen schon eine mäßig günstige Luftdrucklage im einzelnen Jahr eine schwere Eistrift bei Island bedingen können.

Die quantitativen Beziehungen zwischen der Größe der Luftdruckdifferenz und der Eistrift werden demnach auch in den einzelnen Phasen der Periode ganz verschieden ausfallen. Dafür wird bestimmend, wie die allgemeinen Bedingungen im Ursprungsgebiet des Eises liegen, ob dort viel oder wenig produziert wird und abgegeben werden kann. —

Noch komplizierter wird die Erscheinung dadurch, daß außer der schon erwähnten langjährigen Periode noch eine 11jährige und eine 4- bis 5jährige Periode in der Eistrift auftritt, für die es bis heute auch noch an einer zureichenden Erklärung fehlt.

Ich habe vor kurzem[2]) eine rein hypothetische Vermutung über die Ursachen der 4- bis 5jährigen Periode ausgesprochen in folgenden Worten:

Die Ursachen der periodischen Schwankungen in der Eistrift bei Island lassen sich bei dem heutigen Stande unserer Kenntnis noch nicht angeben, es ist sogar kaum möglich, Vermutungen darüber aufzustellen, solange die ozeanographischen und meteorologischen Erscheinungen im Nordpolargebiet nicht systematisch und dauernd verfolgt werden. Die 4- bis 5jährige Periode der Eistrift bei Island wird vielleicht durch folgende Umstände herbeigeführt. Der Ausfluß von Eismassen aus dem Nordpolarmeer durch die Straße zwischen Grönland und Spitzbergen ist, wie man aus den Beobachtungen bei Island schließen darf, kein gleichmäßiger, sondern erfolgt stoßweise. Diese Erscheinung ließe sich dadurch erklären, daß in gewissen rhythmisch wiederkehrenden Intervallen eine Verstopfung jener Ausflußöffnung durch die von allen Seiten aus dem weiten Polarmeer herbeigeführten Eismassen stattfindet. Es bildet sich eine Eisbrücke über diese Meeresstraße, die eine Stauung der andringenden Eismassen verursacht. Sobald der Druck oder die Spannung ein gewisses Maß erreicht hat, wird der Wider-

[1]) W. Brennecke. Beziehungen zwischen der Luftdruckverteilung und den Eisverhältnissen des Ostgrönländischen Meeres. »Ann. d. Hydr. usw.« 1904, S. 49—62.

[2]) Sitzungsbericht, herausgeg. v. Naturhist. Ver. Rheinl. Westf. 1907. Bonn 1908. C. 1—4.

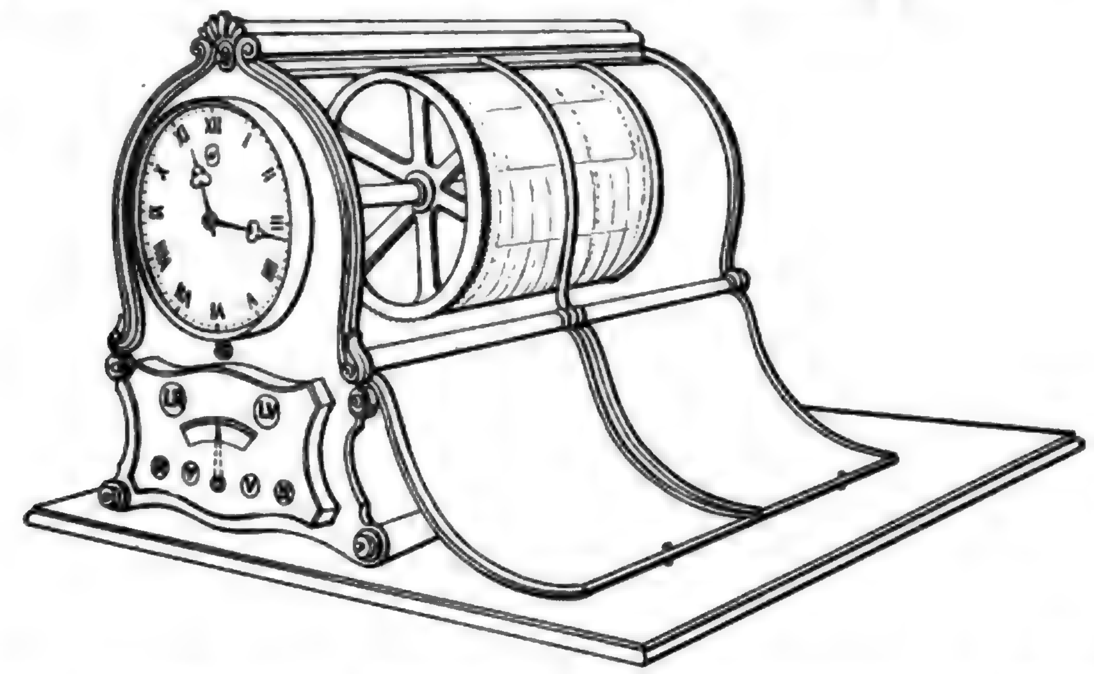
Digitized by Google

stand jener Brücke überwunden, und eine starke Entleerung des Polarmeeres und eine starke Eistrift nach Süden finden statt. Bei Beginn des nächsten Winters bildet sich dann von neuem eine Eisdecke, die den Ausfluß wiederum auf eine gewisse Zeit vermindert oder hemmt. Eine rhythmische Wiederholung dieses Vorgangs ist wahrscheinlich, da die Neubildung von Eis im Polargebiet einem rhythmischen (jahreszeitlichen) Wechsel unterliegt und somit die Bildung des Widerstandes an der Ausflußmündung, wie die anwachsende Stauung von Eismassen wiederkehrende Erscheinungen sein können. Indessen fehlt es an Beobachtungsmaterial, um die Richtigkeit der Hypothese prüfen zu können. — Es ist dabei noch in Rechnung zu ziehen, daß auch meteorologische Einflüsse (Luftdruck, Temperatur, Wind) auf die Stärke der Eistrift einwirken und daß auch die Zufuhr von Wasser in das Polarbecken durch die Flüsse Sibiriens und Nordamerikas, sowie durch den Golfstrom, Schwankungen ausgesetzt ist.

Während somit die Erklärung der periodischen Elemente in der Eistrift bei Island große Schwierigkeiten macht, ist im Einzelfall in der Regel die erwähnte Beziehung zu der meteorologischen Lage vorhanden. Allerdings ist die Beziehung nicht so streng, daß sich nicht gelegentlich Abweichungen zeigen, wie ich wiederholt hervorgehoben habe. Man wird sie aber doch als erste Grundlage zu einer vollgültigen Erklärung ansehen müssen. W. Meinardus.

3. **»Navigator«, Registrier-Apparat für Maschinen- und Rudermanöver auf Dampfschiffen.** (Vortrag von Fr. Gloystein-Bremen, Jahrbuch der Schiffsbautechnischen Gesellschaft 1908.) (Hierzu Tafel 14.)

Betrachtet man die modernen Verkehrsmittel und deren Bedienung, so drängt sich einem häufig die Überzeugung auf, daß der menschliche Körper und Geist nicht immer imstande sind mit den Anforderungen, die der stetig wachsende Verkehr und die in seinen Dienst gestellten komplizierten Maschinerien an sie stellen, Schritt zu halten. Immer öfter kommt infolgedessen ein Versagen der gewissermaßen hinter der Technik zurückgebliebenen menschlichen Natur vor, welches dann häufig zu schweren Katastrophen Veranlassung gibt.



Man versucht daher neuerdings im Eisenbahnbetrieb, in Maschinenfabriken usw., durch mechanische Apparate die in diesen Betrieben Beschäftigten möglichst zu entlasten und somit Unglücksfällen vorzubeugen.

Nur bei der Schiffahrt ist dieses Bestreben noch nicht in gleicher Weise stark zum Ausdruck gekommen, was vielleicht zum Teil daher rührt, daß man geneigt ist, die meisten bei der Seefahrt vorkommenden Unglücksfälle der höheren Gewalt zuzuschreiben. Mit umsomehr Freude sind dann Versuche in dieser Hinsicht zu begrüßen.

Wohl jeder Dampferkapitän und manche Dampferoffiziere haben beim Einlaufen in den Hafen, beim Verlassen derselben oder auch beim Ausweichen in

Digitized by Google

engen Gewässern mit heimlicher Angst und mit Ungeduld darauf gewartet, ob endlich an den Bewegungen des Schiffes die Wirkung der an den Rudersmann oder an das Maschinenpersonal gegebenen Befehle zu merken ist. Wie oft stehen sich auch bei Seegerichtsverhandlungen die Aussagen des Maschinenpersonals oder des Steuerers denjenigen des verantwortlichen Navigateurs gegenüber. Hierin scheint der Apparat »Navigator«, der in der Folge besprochen werden soll, berufen zu sein, manchen Wandel im günstigen Sinne zu schaffen.

Der »Navigator«, ein Registrierapparat für Maschinen- und Rudermanöver auf Dampfschiffen, besteht aus einem Uhrwerk, einer Trommel, drei verschiedenen Schreibvorrichtungen und aus drei verschiedenen Anzeigern für Kommando, Maschine und Steuer. Das ganze ist umgeben von einem geeigneten Gehäuse. (Siehe Textfigur S. 321.)

Das Uhrwerk dient zur Zeitangabe und besorgt außerdem die rotierende und zugleich fortschreitende Bewegung der Trommel. Diese doppelte Bewegung wird dadurch bewirkt, daß sich die Trommel um eine spindelförmige Achse dreht. Die Trommel ist mit Weichgummi belegt zur Aufnahme eines mit Zeitrubriken versehenen Papierbogens.

Durch die schraubenförmige Bewegung der Trommel wird der Papierbogen über die Schreibvorrichtungen hinweg geführt, die auf demselben, dicht nebeneinander, fortlaufende Zeichen geben. Die eine dieser Schreibvorrichtungen besteht aus zwei Stempeln, die durch Stromstöße in kleinen Elektromagneten gegen den Papierbogen gedrückt werden. Für jede Umdrehung der Schraube gibt der eine dieser Stempel bei Vorwärtsbewegung einen ununterbrochenen senkrechten Strich, der andere bei Rückwärtsbewegung einen in der Mitte unterbrochenen senkrechten Strich. Hiermit wird also die Bewegungsrichtung und die Tourenzahl der Schraube kontrolliert. Die mittlere der Schreibvorrichtungen besteht aus einem gezahnten Rädchen, das auf den Bogen eine fortlaufende punktierte Linie zeichnet und durch seine seitlichen Ausschläge, hervorgerufen durch einen mit der Rudermaschine elektrisch verbundenen Grammeschen Ring, jede Abweichung des Ruders von der Mitschiffslage angibt, wodurch nicht allein alle Rudermanöver, sondern auch jedes unsichere Steuern angezeigt werden. Die dritte Schreibvorrichtung dient zum Aufschreiben sämtlicher Kommandos des Maschinentelegraphen. Zu diesem Zwecke sind am Rande einer drehbaren Scheibe ebenso viele Typenrädchen gleichmäßig angeordnet, als Kommandos existieren. Wird der Maschinentelegraph auf irgend ein Kommando eingestellt, so dreht ein Elektromotor die Scheibe soweit herum, bis das entsprechende Typenrädchen nach dem Papierbogen hingestellt ist. Ein während dieser Drehung ausgeschalteter Hebelarm drückt nun das Typenrädchen gegen das Papier, läßt es auf diesem entlangrollen und das gegebene Kommando fortlaufend aufzeichnen, bis eine Änderung der Stellung des Maschinentelegraphen den Hebelarm wieder ausschaltet und eine erneute Drehung der vorgenannten Scheibe veranlaßt. Tafel 14 gibt einen Teil der Registrierungen auf D. »Forelle« des Norddeutschen Lloyd am 24. IX. 1907 wieder.

Der Stromverbrauch des ganzen Apparates ist so gering, daß er nicht in Frage kommt. Auch die Bedienung erfordert wenig Aufmerksamkeit, da nur zu bestimmten Zeiten das Uhrwerk aufgezogen und der Papierbogen erneuert werden muß. Der Apparat wird sowohl für Einschraubendampfer als auch für Zweischraubendampfer hergestellt. Dr. Caspar.

4. **Holzfloß in der Magellan-Straße.** Eine in der Magellan-Straße ziemlich unvermutete Begegnung hatte der Führer des der Midgard-Linie, Bremen, gehörenden Dampfers »Utgard«, Herr Kapitän E. Wurthmann, am 22. Februar dieses Jahres. Laut Bericht des Kapitäns hatte der Dampfer, nachdem er in Valparaiso volle zwei Monate gebraucht hatte um 5400 tons Kohlen zu löschen, innerhalb weiterer vier Wochen in vier Salpeterhäfen seine Ladung von 6320 tons Salpeter eingenommen, und hatte am 11. Februar Caleta Coloso, heimwärts bestimmt, verlassen. Bei frischem Nordwestwinde mit Regen und unsichtiger Luft wurde am 21. Februar der Westeingang zur Magellan-Straße erreicht. Am Tage darauf, als der Dampfer noch etwa 9 Sm von Punta Arenas-Reede war, kamen

Digitized by Google

um 9h 30min N. bei klarem Wetter recht voraus drei Lichter in unregelmäßiger Stellung in Sicht. Die Stellung der Lichter gaben keinen Anhalt dafür, welcher Art das Fahrzeug sei oder in welcher Richtung es sich fortbewege, da sich die Peilungen der Feuer nur sehr wenig änderten. Auf D. »Utgard« wurde plötzlich der lange Ton einer Dampfpfeife gehört; daraufhin wurde mit hart St-B.-Ruder um das Fahrzeug im weiten Bogen herumgesteuert. Bei der Drehung kam recht voraus ein langes Floß in Sicht und gleich darauf erschienen an B-B. noch drei weitere Flösse. Von »Utgard« aus wurde die Länge des Schleppzuges auf 300 bis 400 m geschätzt; der Schleppzug bewegte sich in Ost—West-Richtung quer über die Straße, ohne die für Schleppzüge vorgeschriebenen Lichter zu führen. Nur durch rechtzeitiges Ausweichen war der Dampfer nach Ansicht des Kapitäns eben frei vom Schleppzuge passiert.

Untiefe oder Wrack?

Auf ein zweites unerwartetes Hindernis stieß derselbe Dampfer im weiteren Verlaufe der Reise am 29. Februar. Durch Mangel an Kohlen gezwungen, Montevideo anzulaufen, folgte der Dampfer nach Verlassen der Straße dem gewöhnlichen Wege der nach Norden bestimmten Dampfer, und es war der Schiffsort am 28. Februar nach einwandfreien astronomischen Beobachtungen mittags 40° 44′ S-Br. und 57° 42′ W-Lg. Von hier wurde bei mäßigem ostsüdöstlichen, später südlichem Winde und klarem Wetter Kurs auf Kap Medano gehalten. Am 29. Februar ergaben Lotungen um 8h V. = 37 m, um 10h V. = 33 m und um 11h V. bei Insichtkommen der Küste = 27 m. Nach guten astronomischen Beobachtungen wurde als Mittagsposition: 37° 23′ S-Br. und 56° 46′ W-Lg. gefunden oder etwa 3 Sm südlich von der 6.4 m-Stelle, auf der laut »Nachrichten für Seefahrer« 1907, Nr. 2147, der englische Dampfer »Antisana« stieß, und die in den Admiralitätskarten seitdem mit P. D. bezeichnet ist. Die Stromversetzung im letzten Etmal betrug rw. N 18° O 28 Sm; der Wind war Süd, meist Stärke 5 nach Beaufort. Von 12h mittags an wurde NNO $^1/_2$ O am Kompaß weitergesteuert und stündlich gelotet. Die Wassertiefen schwankten zwischen 17 und 18 m. Um 1h N. erschien Medano-Leuchtturm in der Kimm. Als er um 2h 20min N. NzW am Kompaß (rw. N $^3/_4$ W) peilte, wurde an Bord des Dampfers plötzlich eine starke Erschütterung gefühlt, als rutsche das Schiff über einen festen Gegenstand hinweg. Der Vorgang dauerte 2 bis 3 Sekunden, währenddessen das Schiff seine volle Fahrt beibehielt. Sofortige Lotungen ergaben 14.6 m, 16.4 m und 18 m. Das Schiff, das vollkommen dicht geblieben war, wurde sicherheitshalber auf Ostkurs gelegt und in dieser Richtung 4 Sm abgelaufen, bevor der Kurs auf Montevideo wieder aufgenommen wurde. Die an Bord benutzte englische Karte von Imray and Wilson Nr. 1689 gibt für den Ort des Grundstoßes oder der Kollision 18 m Wassertiefe, welche Angabe mit der der Brit. Adm-Krt. Nr. 1324, »Rio de la Plata to Cape dos Bahias« übereinstimmt. Auffallend erscheint, daß der Dampfer von mittags 12h bis zur Peilung des Leuchtturms und dem Zeitpunkte der Kollision oder der Grundberührung um 2h 20min, also in 2.3 Stunden nur etwa 13 Sm gelaufen hat, was einer stündlichen Geschwindigkeit von nur 5 Sm — bei starkem achterlichen Winde entspräche; doch erklärt sich dieser Umstand daraus, daß das Schiff infolge des Kohlenmangels bedeutend weniger laufen mußte, als gewöhnlich. Berücksichtigt man den Tags vorher festgestellten starken nördlichen Strom auch für die kurze Zeit von mittags 12h bis zur Zeit des Stoßens, so wird der Dampfer zu dieser Zeit etwa 3 Sm nördlicher gestanden haben als angenommen wurde, und dürfte der Abstand vom Leuchtturm dementsprechend geringer gewesen sein. Da außerdem bekannt ist, daß gerade der Verlauf der Ostküste Südamerikas, ebenso wie die Wassertiefen vor derselben, in den Karten nur sehr ungenau niedergelegt und speziell die Gegend um Kap Medano nur ungenügend vermessen ist — wofür die Berichte vieler Schiffsführer sprechen[1]) — so scheint die Annahme nicht unberechtigt, daß das Schiff auf einem bisher unbekannten südlichen Ausläufer der Medano-Bank gestoßen habe, deren Ausdehnung schon an und für sich von

---

[1]) Vgl. auch »Handbuch der Ostküste Südamerikas« S. 436, 445, 446 und Nachtrag dazu, S. 72 und 110.

vielen Schiffsführern für bedeutend größer angenommen wird, als die Karten anzeigen. Jedenfalls wäre es wünschenswert, wenn diese Strecke befahrende Kapitäne der Sache ihre Aufmerksamkeit schenken und durch gelegentliche Lotungen zur Klärung des Sachverhaltes beitragen möchten. Nicht ausgeschlossen allerdings ist die Möglichkeit, daß der Dampfer mit einem unter der Wasserlinie treibenden Wracke kollidiert hat, während ein Seebeben nach dem Berichte nicht in Frage zu kommen scheint. v. d. B.

5. **Unterwasserschallsignal.** Der II. Offizier des D. »Barcelona«, Herr Hennig, schreibt in einem Bericht an die Deutsche Seewarte: »Das Unterwassersignal von Nantucket F-Sch. wurde deutlich im I. und II. Kabelgatt vorne ohne Empfänger vermittels einer dünnen, 1 m langen Eisenstange gehört, von der das eine Ende die Schiffswand berührte und das andere Ende zwischen den Zähnen festgehalten wurde; die Ohröffnungen wurden hierbei zugehalten. Auf 1 bis 2 Sm Entfernung vom Feuerschiff wurde das Unterwassersignal ohne Empfänger und ohne Eisenstange klar und deutlich im Kabelgatt gehört.« Mg.

6. **Staubfall an der Ostküste Südamerikas.** Kapt. T. Breckwoldt vom D. »Hathor« berichtet: »Am 5. Februar 1908 nachmittags beobachteten wir auf der Reise von Punta Arenas M. nach Montevideo in 40° S-Br., 58° W-Lg. ziemlich starken Staubfall. An Deck war alles mit einer schwarzbraunen Staubmasse bedeckt, der Wind war zur Zeit Nord, Stärke 4«.

Verhältnismäßig sehr selten wird in diesen Gegenden von den Schiffen Staubfall gemeldet, welcher wohl meistens im Gefolge eines Pampero auftritt. Im vorliegenden Falle war der Wind während des 5. Februar 1908 vormittags NW, Stärke 5, und es konnten daher leicht die Staubmassen aus den trockenen Küstengebieten Argentiniens, wo sie bei stürmischen Winden häufig beobachtet werden, dem Meere zugeführt werden. J.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Meereskunde, Sammlung volkstümlicher Vorträge zum Verständnis der nationalen Bedeutung von Meer und Seewesen. Jährlich 12 Hefte. Berlin 1907 und 1908. E. S. Mittler & Sohn. 1. Jahrg., Heft 9 bis 12, 2. Jahrg., Heft 1 bis 4:

Dr. Gustav W. v. Zahn, **Eine Ozeanfahrt I. Der Dienst auf der Kommandobrücke.**

Walter Stahlberg, **Der Hamburger Hafen und das Modell des Hamburger Hafenbetriebes im Museum für Meereskunde.**

Ders., **Der Hamburger Hafen, seine Gliederung und sein Betrieb.**

Otto Baschin, **Die Wellen des Meeres.**

Theobald Fischer, **Die Seehäfen von Marokko.**

Dr. P. Dinse, **Die Anfänge der Nordpolerforschung und die Eismeerfahrten Henry Hudsons.**

Prof. Dr. R. Woltereck, **Tierische Wanderungen im Meere.**

Paul Koch, **Vierzig Jahre Schwarz-Weiß-Rot.**

Die Erwartung, die beim Erscheinen der ersten Hefte der »Meereskunde« ausgesprochen wurde (Januarheft der »Ann. d. Hydr. usw.«), hat sich voll und ganz erfüllt. Wir haben jetzt eine Sammlung, die einem größeren Kreis die Möglichkeit der Orientierung über meereskundliche Fragen im weitesten Sinne gibt und — nicht unwichtig — auch neues Interesse erwecken kann.

Jedem Seereisenden sei die Anschaffung der »Ozeanfahrt« empfohlen. Während die Nautik aus der Sammlung Göschen für den Laien viel zu hoch ist, wird ihm hier in geschickter Weise alles Wissenswerte, zunächst vom Dienst auf der Kommandobrücke, dargeboten. Die vielen Einzelheiten in der Führung eines Schiffes, von der Erklärung des »Steuerbord«, der Ortsbestimmung, bis zum Flaggensignal, werden auf einer Fahrt von Hamburg nach Newyork erklärt, und bieten in ihrer Verknüpfung ein treffliches Bild des verantwortungsreichen Seemannsberufes.

Digitized by Google

An und auf der See hat man Gelegenheit, die Wellen zu beobachten in ihrer scheinbaren Gleichförmigkeit, die im unablässigen Auf- und Niederwallen das Gefühl der Unendlichkeit wachrufen. Baschin behandelt das Wesen, die Entstehung und die morphologische Wirksamkeit der Meereswellen und erleichtert so das Verständnis des folgenden Fischerschen Vortrages über die Seehäfen von Marokko. Dieses Heft enthält mehr, als der Titel ahnen läßt, denn es gibt in dem ersten Teil einen morphologischen und kulturgeographischen Abriß von Marokko, um dann die einzelnen Häfen hauptsächlich in ihrer Entstehung durch die Gewalten des Meeres zu schildern. Besonders das Abrasionsphänomen wird in seiner Bedeutung gewürdigt und durch gute Bilder erläutert. Dagegen finden wir in den den Hamburger Hafen behandelnden Heften von Stahlberg die Hervorkehrung der Anlage und des Betriebes eines modernen Riesenhafens. Die Projektion des Hafenplans auf die Karte Berlins ergibt die Größenverhältnisse. Z. B. fällt Billhafen und Königliches Schloß zusammen, wenn Köhlbrand und Charlottenburg sich decken. Die Menge der in Hamburg ein- und ausgehenden Massengüter ist in origineller Weise in »Berliner Maß« umgerechnet. Es würde z. B. der jährlich eingehende Kaffee in der 3 km langen Friedrichstraße 5,4 m hoch liegen und mit dem daraufgepackten Zucker die Häuser noch um rund 3 m überragen.

Ganz andere Themen behandeln die übrigen drei Hefte, die damit die Vielseitigkeit des Unternehmens bezeugen. Dinse schildert die Anfänge der Nordpolarforschung, die eigentlich ein Suchen nach der nordöstlichen bzw. nordwestlichen Durchfahrt gewesen sind, bis zu dem auf tragische Weise geendeten Henry Hudson, während Koch die Entwicklungsgeschichte der deutschen Kriegsmarine sehr gedrängt — das Unglück auf Samoa 1889 nimmt zwei Zeilen, die Seewarte nur sechs gelegentlich der Schilderung der Verdienste von Stosch in Anspruch — gibt. Nicht vergessen ist schließlich die Biologie, von der Woltereck in den tierischen Wanderungen im Meere ein interessantes Spezialgebiet behandelt.

So zeigen auch die neuen Hefte die glückliche Mischung leicht faßlicher Darstellung und doch strenger Wissenschaftlichkeit, die populären Veröffentlichungen leider oft fehlt, die aber unbedingt gefordert werden muß. Dr. Rudolf Lütgens.

Kgl. Preuß. Meteor. Institut: **Aspirationspsychrometer-Tafeln.** 4°. XIV, 90 Seiten. Braunschweig 1908. Fr. Vieweg & Sohn. Preis 6 *M*.

Im April dieses Jahres ist bei Vieweg & Sohn in Braunschweig eine Zusammenstellung von Tabellen, betitelt »Aspirationspsychrometer-Tafeln« erschienen, die vom Kgl. Preuß. Meteor. Institut herausgegeben ist. In der Einleitung ist den Tabellen eine ausführliche Erläuterung zu den Tafeln vorangeschickt; insbesondere ist zunächst dargelegt, welche Formel, in welcher Art und mit welchem Recht die angewandte Formel zur Berechnung der »ausführlichen Tafeln« benutzt ist; sodann folgt eine Erklärung der übrigen »besonderen Tafeln«. Außerdem sind den Tafeln selbst noch einige Gebrauchsanweisungen und Beispiele vorangestellt.

Der Inhalt und Zweck der einzelnen Tafeln ist folgender:

1. Spannkraft des Wasserdampfes über Eis (mm), und zwar von 1° zu 1° in dem Intervalle —35° bis —25°, von $^1/_{10}$° zu $^1/_{10}$° in dem Intervalle von —25° bis —0°.

2. Spannkraft des Wasserdampfes über Wasser (mm), und zwar von 1° zu 1° in dem Intervalle —35° bis —25°, von $^1/_{10}$° zu $^1/_{10}$° in dem Intervalle —25° bis + 100.9°.

3. Ausführliche Tafeln von $^1/_{10}$° zu $^1/_{10}$° des trockenen wie auch des feuchten Thermometers für den Dampfdruck (mm) und die relative Feuchtigkeit (von 100% bis etwa 18% und gültig für einen Luftdruck von 755 mm). Diese Tafeln dienen zur schnellen Auswertung der Beobachtungen mit dem Assmannschen Aspirationspsychrometer; das Temperaturintervall reicht von —30° bis +40° des trockenen, bzw. bis +25° des feuchten Thermometers. In dem Intervall von —10° bis —0° ist außerdem streng unterschieden, ob das feuchte Thermometer mit Eis oder unterkühltem Wasser bedeckt ist.

4. Korrektionen des Dampfdrucks $\varDelta e$ (mm), die zu den in den ausführlichen Tafeln (3) gegebenen Werten zu addieren bzw. zu subtrahieren sind, und zwar für den Fall, daß der Luftdruck nicht 755 mm, sondern ein größerer oder, was noch wichtiger ist, ein kleinerer ist (bis zu 300 mm Luftdruck). Diese Tabelle ist berechnet für die Temperaturdifferenzen des trockenen und feuchten Thermometers $t - t'$ von 1° zu 1° bis zu 10° für $t - t'$; durch einfache Addition findet man daher leicht die Werte für $t - t' = 11°$, 12° usw.

5. Korrektionen der relativen Feuchtigkeit für einen anderen Luftdruck als 755 mm, und zwar für $\varDelta e = 0.1$, 0.2, ..., 1.0 mm, d. h. für die Größen, die sich aus Tabelle 4 ergeben unter Berücksichtigung der Lufttemperatur in dem Intervalle —30° bis +30°. Die Tabelle 4 und 5 ist besonders wertvoll für eine schnelle Auswertung der Beobachtungen auf meteorologischen Bergstationen und in bemannten Ballons.

6. u. 7. In diesen beiden Tafeln sind für den Fall, daß die ausführliche Tabelle (3) nicht mehr ausreicht, zwei kurze Tabellen angegeben, die unter Zuhilfenahme der Tabellen 1 und 2 die schnelle Berechnung des Dampfdrucks und der relativen Feuchtigkeit wesentlich erleichtern.

8. Die Dampfmenge in 1 kg trockener Luft (Mischungsverhältnis).

9. Die Dampfmenge in 1 kg feuchter Luft (spezifische Feuchtigkeit); in beiden Tabellen variieren Luftdruck und Dampfspannung.

10. Die Differenz $(f - e)$ zwischen absoluter Feuchtigkeit (gr) und Dampfspannung (mm), indem Temperatur und Dampfspannung variieren.

Wie aus dieser kurzen Inhaltsangabe ersichtlich ist, wird hiermit eine großartige und für die meteorologische Wissenschaft durchaus wesentliche Zusammenstellung von Hilfstafeln veröffentlicht,

Digitized by Google

deren Nichtvorhandensein zum Teil schon längst unangenehm empfunden wurde. In der Hauptsache wird das Buch natürlich ausgefüllt durch die Tabelle 3, die Tafeln der Dampfspannung und der relativen Feuchtigkeit. Die Veröffentlichung dieser Tafel, insbesondere die Tabelle der relativen Feuchtigkeit war jedenfalls zunächst am notwendigsten. Unterzeichneter hat es daher schon vor Veröffentlichung dieser Tabellen unternommen, eine graphische Darstellung gerade der relativen Feuchtigkeit für das Aspirationspsychrometer herzustellen, die ebenfalls jetzt erscheinen wird (s. »Ann. d. Hydr. usw.«, April 1908, S. 175); denn in vielen Fällen genügt die Angabe der relativen Feuchtigkeit, da doch daneben stets Lufttemperatur und Luftdruck angegeben sind. Ein Nachteil vorliegender Tabellen ist daher, genau wie bei den Jelinekschen, die vielfach nicht notwendigen Nebentafeln, die damit verbundene große Ausdehnung und der damit verbundene hohe Preis (6 ℳ).

Zum Schluß wäre noch einiges zur Berechnung der relativen Feuchtigkeit unter 0° für »Eis« zu erwähnen: Für die Berechnung der vorhandenen Dampfspannung aus den Thermometerbeobachtungen in der englischen Hütte gilt für Temperaturen über 0° die Formel $e = e' - 0{,}0008 \cdot b \cdot (t - t')$, unter 0° die Formel $e = e' - 0{,}0007 \cdot b \cdot (t - t')$. Der Koëffizient von $t - t'$ wird also ein anderer unter 0°, wie sich aus der genaueren Regnaultschen Formel $e = e' - \frac{0{,}480 \cdot b \cdot (t - t')}{610 - t'}$ ergibt, indem man 689 statt 610 setzt. Dasselbe Resultat bekommt man, wenn man 0.0008 mit $\frac{600}{680}$ multipliziert. Das Nächstliegende wäre also gewesen, für die Auswertung der Beobachtungen mit dem Assmannschen Aspirationspsychrometer ein analoges Verfahren einzuschlagen. Vom Kgl. Meteor. Institut wird nun folgendermaßen verfahren: Sprung hat durch Versuche (Bestimmung der Feuchtigkeit durch Absorption mit Phosphorsäure) herausgefunden, daß für das Assmannsche Aspirationspsychrometer die Formel gilt $e = e' - \frac{1}{2}(t - t')$; aber jene Versuche sind nur bei Temperaturen über 0° ausgeführt. Nun ist zwar in der Einleitung des vorliegenden Buches (S. VII) angegeben, daß diese Formel von R. Süring durch Versuche in Potsdam auch für Temperaturen unter 0° bestätigt ist; es ist dort aber nicht gesagt, wo diese Versuche nachzulesen sind, in welcher Weise (Phosphorsäure?) und bis zu welchem Grad von relativer Feuchtigkeit sie ausgeführt sind. Bei der nach dieser Formel durchgeführten Berechnung ist dann allerdings, falls das feuchte Thermometer mit Eis umhüllt war, für e' die Dampfspannung über Eis gesetzt. Die beiden Berechnungsarten führen dann aber bei tiefen Temperaturen und großer Trockenheit zu erheblichen Differenzen. Diese Differenzen werden dann noch erheblicher durch folgendes: Bei der Berechnung der relativen Feuchtigkeit aus $R = \frac{e}{E} \cdot 100$ wird auch bei tiefen Temperaturen für E stets die Dampfspannung über Wasser genommen. Wenn doch der Erdboden gefroren ist, hat doch auch der in der Atmosphäre enthaltene Wasserdampf die Spannung über Eis, läßt sich also auch nur mit einer der Temperatur entsprechenden Maximalspannung über Eis in ein Verhältnis setzen. Welche Berechnungsart die richtigere ist, müßte eine genaue und ausgedehnte experimentelle Untersuchung ergeben. Dr. E. Aselmann.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

London, Meteorological Office. *The observer's handbook; a new and revised edition.* 8°. 134 p. London 1908. Darling and Son. 3 sh.

Fischli, F.: *Das Verhalten der meteorologischen Elemente und Erscheinungen in der Vertikalen.* 8°. 129 S. Bern 1908. Gustav Grunau. 5.50 ℳ.

Meeres- und Gewässerkunde.

Krümmel, O.: *Flaschenposten, treibende Wracks und andere Triftkörper in ihrer Bedeutung für die Enthüllung der Meeresströmungen.* (Jahrg. II H. 7 d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8°. 32 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 0.50 ℳ.

Hydrografisk-Biologiska Kommissionen. *Untersuchungen zur Kenntnis der Wasserbewegungen und der Wasserumsetzung in den Finland umgebenden Meeren.* I. Teil. Von Rolf Witting. (Der Bottnische Meerbusen in den Jahren 1904 u. 1905.) Fol. X, 246 S. 18 Taf, 27 Textfig. Helsingfors 1908. W. Engelmann-Leipzig.

Bidlingmaier, Fr.: *Ebbe und Flut.* (Jahrg. II, H. 5 d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde zu Berlin.) 8°. 46 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 0.50 ℳ.

Tokio, Imperial University. *An investigation on the secondary undulations of oceanic tides. 1903—1906.* »Journal of the College of Science«. Vol. XXIV.

Sterneck, R. v.: *Das Fortschreiten der Flutwelle im Adriatischen Meere.* 8°. 53 S., 2 Taf. Wien 1908. A. Hölder. 1.95 ℳ.

Reisen und Expeditionen.

v. Drygalski, E.: *Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903.* (Im Auftrage des Reichsamts des Innern.) Bd. VI: *Erdmagnetismus.* II. Bd. H. 2., K. Luyken: *Die absoluten erdmagnetischen Beobachtungen der Kerguelen-Station.* Mit Taf. VI—XII. Fol. S. 78—187. Berlin 1908. Georg Reimer. 20 ℳ.

Digitized by Google

Mulock, G. F. A.: *The charts of the »Discovery« antarctic expedition.* 8°. London 1908. E. Stanford. 15 M.

Mc. Clintock, F. L.: *The voyage of the »Fox« in arctic seas in search of Franklin and his companions.* 8°. 304 p. J. Murray. 2 sh. 6 d.

Treves, S. F.: *The cradle of the deep. An account of a voyage to the West Indies.* 8°. 390 pag. Smith, Elder. 12 sh.

Marco Polo. *Travels.* (Everyman's library.) 12°. 478 p. 2 sh.

Travels of Marco Polo, the Venetian —, with an introduction by J. Masefield. (Everyman's library.) 12°. XVI. 461 p. 1 sh.

Nicoll, M. J.: *Three voyages of a naturalist. Being an account of many little-known islands in three oceans visited by the »Valhalla« R. Y. S.* 8°. 272 p. Witherby. 7 sh. 6 d.

Physik.

v. d. Waals, J. D. und Kohnstamm, Ph.: *Lehrbuch der Thermodynamik mit ihrer Anwendung auf das Gleichgewicht von Systemen mit gasförmig-flüssigen Phasen.* 8°. XII, 287 S. Leipzig-Amsterdam 1908. Maas und van Suchtelen. 12 M.

Keeling, B. F. B.: *Magnetic observations in Egypt, 1895—1905, with a summary of previous magnetic work in Northern Afrika.* 4 plat. Herausgeg. von Survey Departm. Cairo. 8°. 65 p. Cairo 1907. National Printing Department. 3 sh.

Terrestrische- und astronomische Navigation.

Showell, P. G.: *Definitions in navigation and nautical astronomy.* With explanatory diagrams. 8°. 116 p. Griffin. 2 sh. 6 d.

Beau, O.: *Die Berechnung der Sonnen- und Mondfinsternisse nebst Berechnung der Mondphasen.* Ein Lehrbuch auf elementarer Grundlage, f. d. Selbstunterricht bearb. u. m. Rechnungsergebnissen versehen. 8°. XIII. 119 S., 2 Taf. Halle 1908. L. Nebert. 7 M.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Reichs-Marine-Amt. *Segelhandbuch für das Südchinesische Meer.* 8°. XIV, 694 S. Berlin 1908. Mittler & Sohn. 4.50 M.

Jenkins, H. D.: *The pilot's guide for the English Channel with which is now incorporated »King's Channel Pilot«.* 8°. 224 p. Imray. 7 sh. 6 d.

Brit. Admiralty. *Bay of Bengal Pilot.* Revised supplement 1908. (Corrected to March 1908.) 8°. 58 p. London 1908. J. D. Potter. 6 d.

—. *British Columbia Pilot.* Supplement. 1 sh. 3 d.

Guillemard, F. H. H.: *Australasia. Vol. 2. Malaysia and the Pacific Archipelagoes.* Maps and illusts. 8°. XVI, 574 pag. Standford. 15 sh.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Brown's signal reminder. All methods. On cards. J. Brown. 9 d.

Signalling: How to learn the commercial code and other forms of signalling. 8°. J. Brown. 2 sh.

Holms, A. C.: *Practical shipbuilding.* 2 vols. New and cheaper ed. Vol. I. 8°. Vol. II. Diagrams and illusts. 4°. Longmans. 30 sh.

Handelsgeographie und Statistik.

Bremen, Handelskammer. *Statistische Mitteilungen, betr. Bremens Handel und Schiffahrt i. Jahre 1907.* 8°. Bremen 1908. H. M. Hauschild.

Riga, Handelstat. Sektion d. Börsen-Komitees. *Beiträge z. Statistik des Rigaschen Handels.* (Rigas Handel u. Schiffahrt.) Jahrg. 1906. 1. Abt. *Rigas Handelsverkehr auf d. Wasserstraßen.* Fol. XIV, 116 S. Riga 1907. E. Bruhns. 7 M.

Government of India. *Trade and navigation; annual statement, Madras 1906—1907.* 18 sh. 9 d.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Brandis, O.: *Das deutsche Seerecht (m. Ausschluß des Seeversicherungsrechts). I. Allgemeine Lehren: Personen und Sachen des Seerechtes.* 16°. 130 S. Leipzig 1908. G. J. Göschen.

—: *II. Die einzelnen seerechtl. Schuldverhältnisse: Verträge des Seerechts u. außervertragl. Haftung.* 16°. 156 S. Ebenda. I. u. II: 1.60 M.

Halleck's international law. 4th ed., thoroughly revised and in many parts re-written by Sir G. Sherston Baker, assisted by Maurice N. Druquer. 2 vols. 8°. 676 and 692 p. K. Paul. 42 sh.

Walton, C. S.: *Leyes comerciales y maritimas de la America Latina.* 5 vols. 8°. Hirschfeld. 105 sh.

Verschiedenes.

Wittmer, R.: *Große und kleine Kreuzer.* (Jahrg. II, H. 8 d. Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8°. 33 S. Berlin 1908. Mittler & Sohn. 0.50 M.

Newton's seamanship examiner. 27th ed., enlarged and improved. 8°. 156 p. Imray. 2 sh.

Klaus, O.: *Die Post auf dem Weltmeer.* (Jahrg. II. H. 9 der Sammlg. volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin). 8°. 39 S. Berlin 1908. Mittler & Sohn. 0.50 M.

Digitized by Google

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

The present and future state of maritime meteorology. H. Hergesell. »Washington, Monthly Weather Review« 1908 March.

Meteorological observations taken on board the training ship »Faisei maru« on the voyage from Yokohama to Brisbane in 1907. R. Sato. (Japanisch.) »Journ. Meteorolog. Soc. of Japan« 1908 Febr.

Geometrical constructions for determination of the centre of a cyclone. T. Okada. Ebenda. 1908 Avril.

Is there a type of storm path? E. van Cleef. »Washington, Monthl. Weather Review« 1908 March.

Accidental variations in atmospheric pressure in the United States. A. J. Henry. Ebenda.

Some microseismic tremors and their apparent connection with barometric variations. J. Burbank. »Terrestr. Magnet.« 1908. March.

Le osservazioni del vento in mare e la scala di Beaufort. G. Platania. »Annuario del R. Istit. naut. di Catania« 1908. Vol II.

A hot wind in New Zealand. »Symons's Meteorol. Magaz.« 1908 June.

Wolkenwaarnemingen. Smits. »Marineblad« 1908 Juni.

The glamour of the cumulus. L. Bonacina. »Symons's Meteorol. Magaz.« 1908 June.

Fog and mist in the North Atlantic between the parallels of 50° and 60° N. latitude. »Monthl. Meteorol. Charts North Atlantic«. London. 1908 July.

Niederschlag, Abfluß und Verdunstung auf den Landflächen der Erde. »Gaea« 1908 H. 7.

The study of evaporation. A. Voeikov. »Washington, Monthl. Weather Review« 1908 March.

The evaporating power of the air at the New York botanical garden. C. Stuart-Gager. Ebenda.

Influence de la nature de la surface de la terre sur la marche diurne de l'humidité absolue. M. Rykacev. (Russisch.) »Bullet. Acad. Imp. d. Sciences« Pétersbourg 1908 No. 10.

Radium: its properties, distribution, and influence on the atmosphere. W. Strong. »Washington, Monthl. Weather Review« 1908 March.

An example of the importance of high level observation for weather forecast. J. Sato. (Japanisch.) »Journ. Meteorol. Soc. of Japan« 1908 Febr.

Die Vorherbestimmung der Bahnen der Orkane. »Meteorol. Ztschr.« 1908 Mai.

A simple method of forecasting storms. J. Nowack. »Symons's Meteorol. Magaz.« 1908 June.

New storm signal of Japan. (Japanisch.) »Journ. Meteorol. Soc. of Japan« 1908 April.

Meteorologisches Glaubensbekenntnis. O. Müllermeister. »Gaea« 1908 Heft 7.

Meeres- und Gewässerkunde.

Waarin windt de deining van een orkaan haar oorsprong? S. Mars. »De Zee« 1908 No. 5.

Nogmaals de deining bij orkanen. P. H. Gallé. »De Zee« 1908 No. 6.

De l'influence du vent dans le remplissage du lit de l'océan. M. Thoulet. »Comptes rendus« 1908, Tome CXLVI. No. 22.

Beobachtungen über Strömungen in der Elbemündung. C. Schacht. »Mitteil. Dtsch. Seefisch. Verein« 1908 Mai.

Verschil in temperatuur van lucht en water in den Golfstroom tusschen West-Indië en New-York. »De Zee« 1908 No. 6.

Havets overfladetemperatur i det nordlige Atlanterhav og Davis-Straede 1907 (12 Tavler). »Naut. Meteorol. Aarbog« 1907.

Sammenligning mellem araeometerbestemmelser og titreringer af vandprøver fra danske fyrskibe. Ebenda.

Ice chart references. »Monthl. Meteorol. charts Indian Ocean«. London 1908. July.

Isforholdene i de danske Farvande i vinteren 1907—1908. »Naut. Meteorol. Aarbog« 1907.

Icebergs of the southern hemisphere. »Monthl. Meteorol. Charts Indian Ocean«. London 1908, July.

Formation of ground- or anchor-ice, and other natural ice. H. F. Barnes. »Nature« 1908, Juni 4.

Die Gräben im Stillen Ozean. P. Perlewitz. »Geogr. Ztschr.« 1908 Nr. 5.

Étude des fonds marins de la Baie de la Seine. M. J. Thoulet. »Comptes Rendus« 1908. T. CXLVI. No. 20.

Méthode simple servant à l'étude du régime des fleuves pendant plusieurs années et son application au bassin du Dnépr. E. Oppokov. »Bullet. Acad. Imp. d. Sciences«. Pétersbourg 1908. No. 10.

Reisen und Expeditionen.

Swedish magellanian expedition, 1907—1909. C. Scottsberg. »Geograph. Journ.« 1908, June.

Dem Nordpol am nächsten. Pearys letzte Expedition im Jahre 1905. M. Lindemann. »Geogr. Ztschr.« 1908 Nr. 5.

Fischerei und Fauna.

La compagnie de pêche Nordsee. »Revue Marit.« 1908 Avril.

De nederlandsche visscherij op internationale tentoonstellingen. P. Hoek. »Mededeel. over Visscherij« 1908. Mai.

Création d'une société dano-islandaise de pêcheries. »Revue Marit.« 1908. Avril.

Die japanische Fischerei-Gesellschaft. O. Kuntzemüller. »Mitteil. Dtsch. Seefisch. Verein« 1908, Mai.

Digitized by Google

Pêches en Écosse. »Revue Marit.« 1908, Avril.
Pêches dans les parages de Granville et Saint-Malo. Ebenda.
Les Bélugas et la pêche dans le quartier de Douarnenez. Ebenda.
Études sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France. [La côte nord du Finistère (avec une carte)]. L. Joubin. »Bullet. Instit. Océanograph. Monaco« No. 115.
Études sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France. (Le Morbihau Oriental.) L. Joubin. Ebenda. No. 116.

Physik.

Zur Theorie der Bewegung einer reibenden Flüssigkeit. C. Oseen. »Arkiv f. Matemat., Astron. och Fysik« 1908. Bd. 4, H. 1—2.
Is the earth's action on a magnet only a couple? L. A. Bauer. »Terrestr. Magnet.« 1908, March.
Remanent magnetisme. »De Zee« 1908, No. 6.
Magnetic survey of the Dutch East Indies. (Sixth communication.) W. van Bemmelen. »Terrestr. Magnet.« 1908, March.
Anomalies de la pesanteur et du champ magnétique terrestre en Calabre et en Sicile, mises en rapport avec la constitution du sol. A. Riccò. »Ciel et Terre« 1908, No. 7.
Zur Geschichte der Magnetisierung von Kompaßnadeln mit Hilfe von natürlichen Magneten. E. Gerland. »Verhandl. Dtsch. Physikal. Gesellsch.« 1908, Nr. 10.
Le courant électrique vertical dans l'atmosphère durant l'ascension du 26 juillet 1907. (Russisch.) D. Smirnov. »Bullet. Acad. Imp. des Sciences« 1908, No. 9.
Störmer's work on the physics of the aurora. P. G. Nutting. »Terrestr. Magnet.« 1908, March.
Aurores boréales, notes diverses, avec 18 fig. dans le texte et 2 planches. »Meteorol. Jakttagelser i Sverige«, Vol. 48. Bihang. Stockholm 1908.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Das Gyroskop. Fr. Lauffer. »Mitteil. a. d. Gebiet d. Seewesens« 1908, Nr. 6.
Het loodtoestel van Hartig. »De Zee« 1908, No. 5.
Neue Studien über das Hypsometer. H. Mohn. »Meteorol. Ztschr.« 1908, Mai.
Über das Psychrometer. N. Ekholm. »Arkiv f. Matemat., Astron. och Fysik« 1908, Bd. 4, H. 1—2.

Terrestrische und astronomische Navigation.

A field method of determining longitudes by observations of the moon. C. Boys. »Nature« 1908, Juni 18.
Zijn plaatsvervangers vor maansafstanden noodig? W. Cornelis. »Dee Zee« 1908, No. 6.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Meinungsaustausch. Zu dem Aufsatz: *Eisenbahn- und Hafenfragen in unseren westafrikanischen Kolonien.* »Marine-Rundschau« 1908, Juni.
Repliek aan den heer Sorgdrager in zake het aandoen van Quessant. E. Havinga. »De Zee« 1908, No. 6.
The ephemeral volcanic island in the Iwôjima Group. T. Wakimizu. »Publicat. of the Earthquake Investigat. Commit.« Tokio 1908. No. 22. C.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Eenige opmerkingen in verband met de in dit tijdschrift voorkomende artikelen »Nachtseinen en eenheid van seinen«. W. A. de Wijn. »De Zee« 1908, No. 5.
Use of submarine signal bells in fog. »Scientif. Americ«, Suppl. 1908, Mai 30.
Shall we return to the sailing ship? Two criticisms. S. P. Elliott. »Naut. Magaz.« 1908, No. 6.
Electricity and navigation — VI. A. E. Battle. Ebenda.
Zur Frage der Schleppkraft. H. Krey. »Zentralbl. d. Bauverwalt.« 1908, Nr. 46.
Die fortlaufende indikatorische Untersuchung von Rudermaschinen während der Rudermanöver. Prätorius. »Schiffbau« 1908, Nr. 18.
Schutzmittel zur Verhinderung von Rohranfressungen auf Schiffen. C. Schirmer. Ebenda.
Onderhond van stoomketels. W. Cornelis. »Marineblad« 1908, Juni.
Over het conserveeren van stoomketels door »gussen«. Ebenda.
Antwoord aan den heer Cornelis en den heer S. —. W. Jorissen. Ebenda.

Handelsgeographie und Statistik.

Verkehr im Kaiser Wilhelm-Kanal 1907. »Viertelj. Hefte z. Statist. d. Dtsch. Reiches« 1908, Heft 2.
Schiffsverkehr im Jahre 1907 in Batum, Dünkirchen, Fredrikshamn (Finland), Gravelingen (Gravelines), Kotka (Finland), Salonik, Spalato (Österreich-Ungarn), Struer (Dänemark), Venedig, Wiborg (Finland), Padang (Sumatra), St. Helena, Auckland (Neuseeland). »Dtsch. Handels-Arch.« 1908, Mai.
Schiffahrtsbericht für das Jahr 1907 in Calais. Ebenda.
Die Schiffahrt im Hafen von Genua im Jahre 1907. Ebenda.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1907 in Åhus (Schweden), Belfast, Delfzyl, Esbjerg (Dänemark), Oskarshamn (Schweden), Santander, Skellefteå (Schweden), Stavanger (Norwegen), Batavia, Bombay, Cheribon, Pekalongan, Rembang, Samarang, Tegal, Tjilatjap, Toeban [Tuban] (Java), Fernandina, Jacksonville, Key West, Pensacola, Port Inglis, Port Tampa (Florida). Ebenda.

Alte und neue Handelsstraßen und Handelsmittelpunkte an den afrikanischen Küsten des Roten Meeres und des Golfes von Aden, sowie in deren Hinterländern. D. Kürchhoff. »Geogr. Ztschr.« 1908, Nr. 5.
Der Bestand der Hamburger Kauffahrteischiffe. F. Landau. »Hansa« 1908, Nr. 23.
Statistique des naufrages et autres accidents de mer pour l'année 1906, 2. partie, annexes. »Revue Marit.« 1908, Avril.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Entscheidungen des Reichsgerichts (Distanzfracht, Internationales Privatrecht). (Schluß.) »Hansa« 1908, Nr. 25.
Die Fortschritte des Seekriegsrechtes durch die zweite Haager Friedenskonferenz. Ph. Zorn. »Staatsrechtl. Abhandl.« 1908, 1. Bd.
Das australische Schiffahrtsgesetz. »Hansa« 1908, Nr. 22.

Verschiedenes.

Über durchbrochene Hafenmolen. G. de Thierry. »Zentralbl. d. Bauverwalt.« 1908, Nr. 47.
Le convenzioni marittime in rapporto alla protezione della marina mercantile. G. Roncagli. »Rivista Maritt.« 1908, Maggio.
The new theory of earthquakes and mountain formation, as illustrated by processes now at work in the depths of the sea. T. J. J. See. »Proceed. Americ. Philosoph. Soc.« 1907, No. 187.
Modern nautical education in Croatia. M. A. Niholjevic. »Naut. Magaz.« 1908, No. 6.
Representative merchant seaman. H. M'Kay. Ebenda.

Die Witterung an der deutschen Küste im Mai 1908.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min. < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum	10.4 m	62.3	+ 1.1	74.1	28.	49.8	6.	11.5	13.7	12.3	11.9	+ 1.2	0	0
Wilhelmshaven	8.5	62.3	+ 0.9	73.6	28.	50.3	6.	12.3	14.3	11.6	12.0	+ 1.0	0	0
Keitum	13.0	61.4	+ 0.4	75.1	28.	49.6	7.	10.0	12.6	10.2	10.7	+ 0.3	0	0
Hamburg	26.0	62.6	+ 1.5	72.7	28.	50.6	6.	11.7	15.2	13.0	12.6	+ 0.9	0	0
Kiel	47.2	62.1	+ 1.1	75.0	28.	50.6	6.	11.0	14.0	11.2	11.4	+ 1.1	0	0
Wustrow	7.0	62.0	+ 1.0	74.1	29.	51.3	7.	9.5	12.9	11.5	10.7	+ 0.1	0	0
Swinemünde	10.0	62.1	+ 0.9	72.7	28.	52.3	7.	12.0	14.3	12.6	12.2	+ 1.4	0	0
Rügenwaldermünde	6.9	62.5	+ 1.3	73.1	28.	53.3	7.	10.0	12.0	10.0	10.1	+ 0.4	2	0
Neufahrwasser	4.5	62.0	+ 0.8	72.9	29.	52.0	9.	11.3	12.3	10.7	10.9	− 0.3	1	0
Memel	11.7	62.1	+ 1.2	73.6	29.	50.9	9.	9.9	11.6	9.8	9.8	− 0.7	3	0

Stat.	Temperatur-Extreme Mittl. tägl. Max.	Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit Absolute, Mittl. mm	Relative, % 8h V	2h N	8h N	Bewölkung 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	14.0	9.9	24.6	31.	5.5	3.	1.1	2.6	2.1	9.5	91	84	88	7.4	5.8	6.9	6.7	−1.0
Wilh.	15.2	8.9	25.9	31.	5.0	1.3.8.	1.7	2.5	2.4	9.0	85	75	85	7.8	7.1	6.5	7.1	−1.4
Keit.	14.6	8.0	24.8	31.	4.1	1.3.4.	1.3	2.2	1.9	9.3	93	92	93	7.5	6.8	5.7	6.7	−1.2
Ham.	16.4	9.3	26.3	31.	4.0	3.8.	2.3	2.6	2.3	9.2	86	75	81	8.9	7.8	6.7	7.8	−1.8
Kiel	15.2	8.2	24.0	31.	1.9	3.	1.5	2.4	1.8	8.8	87	77	86	7.5	7.1	6.4	7.0	−1.2
Wus.	13.7	8.0	26.5	31.	3.7	4.	1.5	1.9	1.8	8.3	88	78	84	8.4	6.7	7.0	7.4	+1.6
Swin.	15.4	8.9	26.4	31.	2.6	1.	2.1	3.3	2.5	8.5	80	69	78	6.9	7.0	6.6	6.8	+1.0
Rüg.	13.6	6.8	27.7	30.	−1.1	4.	2.0	2.8	2.3	8.0	83	77	85	6.5	6.1	7.2	6.6	+1.5
Neuf.	14.5	7.2	28.0	31.	−0.7	2.	3.0	3.1	2.5	8.5	82	79	86	7.2	6.3	5.7	6.4	+0.5
Mem.	13.0	6.3	25.1	31.	−1.8	5.	2.2	2.7	2.7	7.0	76	70	77	6.6	5.7	5.0	5.8	+0.2

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
							mit Niederschlag ≥ mm								Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
	8h V – 8h N	8h N – 8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	0.2	1.0	5.0	10.0	⚡ u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	22	16	38	— 6	12	15.	15	8	2	1	3	0	2	14			16.5	
Wilh.	67	28	95	+ 46	34	30.	19	12	6	3	5	1	1	13	?	—	12.5	29.
Keit.	16	17	33	— 7	11	15.	9	9	1	1	2	0	3	15	4.4	—	12	
Ham.	48	16	64	+ 13	11	30.	17	12	3	1	3	1	1	17	4.9	—0.2	12	
Kiel	31	16	47	+ 0	7	15.	17	12	4	0	3	0	3	16	4.5	—0.6	12	
Wus.	33	24	57	+ 19	18	30.	13	12	2	2	3	1	2	14	3.4	—1.2	12	
Swin.	43	47	90	+ 43	20	22.	20	16	7	2	8	1	1	12	3.3	—1.3	10.5	
Rüg.	37	31	68	+ 27	12	31.	19	16	5	1	6	1	2	12	5.2	—	15	
Neuf.	42	21	63	+ 10	22	24.	14	8	4	2	2	1	2	11	4.6	—	12	
Mem.	31	31	62	+ 22	26	25.	15	8	4	2	1	1	5	8	4.5	—	12	19.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	5	5	13	3	3	1	8	0	2	2	23	1	8	3	13	2	1	2.5	2.7	2.2
Wilh.	11	2	7	6	1	1	4	5	5	2	4	16	10	3	7	0	9	3.3	3.2	2.8
Keit.	0	2	7	0	2	0	18	1	3	4	24	3	11	2	11	4	1	2.4	2.8	2.6
Ham.	1	6	3	3	0	6	8	3	3	0	3	30	6	7	2	12	0	3.6	3.9	3.3
Kiel	1	3	3	3	3	2	10	5	1	2	5	16	11	3	10	2	13	3.1	3.3	2.3
Wus.	5	2	11	1	2	6	8	2	3	0	12	12	14	6	1	0	8	3.4	3.4	2.7
Swin.	8	8	9	1	4	6	6	3	4	1	2	14	9	8	6	2	2	2.8	3.4	2.4
Rüg.	1	6	6	8	5	4	1	3	1	2	5	17	12	9	1	1	11	3.2	3.4	2.8
Neuf.	11	7	1	10	4	3	3	4	5	1	6	3	12	9	1	10	3	3.3	3.8	2.6
Mem.	1	2	8	5	7	2	8	1	8	5	10	7	2	1	18	3	5	2.9	3.4	2.0

In seinen Monatswerten charakterisierte sich der Monat Mai als ruhig, ziemlich trüb und etwas zu warm bei nahezu normalem Luftdruck und vorwiegend südwestlichen Winden; auf den Nordseeinseln blieben die Monatsmengen des Niederschlags unter den vieljährigen Werten, während diese sonst überall übertroffen wurden. Die Temperatur zeigte einen sehr gleichmäßigen Verlauf, indem Perioden langsamen Steigens mit solchen gleichbleibender Mittellage abwechselten; stärkere Schwankungen brachte nur vereinzelt die letzte Dekade, und besonders im Osten, wo die Temperatur am Monatsschluß, wie auch in geringerem Grade im Westen, stark anstieg. Die höchsten Temperaturen traten am letzten Monatstage ein, der den einzigen Sommertag — Maximum wenigstens 25° C. — ergab, während die niedrigsten Temperaturen fast durchweg in den ersten Tagen beobachtet wurden. Steife Winde wurden nur vereinzelt notiert, stürmische Winde nur am 19. aus dem Nordwestquadranten an der preußischen Küste.

Zwischen Depressionen im Westen und Osten hatte unsere Küste in den ersten Tagen, nachdem ein flacher Ausläufer am 1. an der Nordsee etwas Regen gebracht hatte, bei gleichmäßig verteiltem, ziemlich hohem Luftdruck über Mitteleuropa, trockenes und überwiegend kühles Wetter mit veränderlichen Winden; die Nordsee hatte am 1. Nebel, am 3. heiteren Himmel, während von Rügen ostwärts heiteres Wetter bis zum 4. herrschte.

Bei andauernd westlich von den Britischen Inseln gelegenem Minimum der ozeanischen Depression breitete sich diese durch Ausläufer, die von der Biscayasee vordrangen, am 4. und 5. ostwärts bis Südrußland aus, so daß sich zwischen dem Hochdruckgebiet über der Iberischen Halbinsel und einem über Nordosteuropa südostwärts schreitenden Hochdruckgebiet ein umfangreiches Tiefdruckgebiet einstellte, das am 4. an der Nordsee und vom 5. bis 9. an der ganzen Küste ausgebreitete Regenfälle sowie am 6. ostwärts bis Mecklenburg verbreitete Gewitter herbeiführte.

Digitized by Google

Infolge der nordostwärts gerichteten Ausbreitung des genannten Hochdruckgebiets über Südwesteuropa verlagerte sich der Ausläufer der ozeanischen Depression unter Abnahme des Umfangs nordostwärts, so daß sich nach veränderlichen Winden am 8. an der ganzen Küste westliche Winde einstellten und bei deren Fortdauer am 10. und 11. im Bereiche des Hochdruckgebiets wieder trockenes, an der Nordsee teils heiteres, teils nebliges, an der Ostsee am 11. meist heiteres Wetter beobachtet wurde; nur an der pommerschen Küste brachte ein flaches Teilminimum am 10. noch etwas Regen.

Eine Überraschung brachte die Entwickelung der Wetterlage vom 11. zum 12., indem sich aus einem flachen, am Morgen des 11. von der Biscayasee nach Südfrankreich reichenden Ausläufer ein Teilminimum entwickelte, das unter Vertiefung bis zum folgenden Morgen nach der Nordsee vordrang. Hiermit wurde eine neue Regenperiode eingeleitet, die bis zum 17. anhielt, indem auf jenes Minimum, das sich weiter nach Nordwestrußland verlagerte, ein zweites von Irland über die Nordsee nach Westrußland ziehendes Teilminimum folgte.

Wiederum führte die Ausbreitung des im Südwesten liegenden Hochdruckgebiets am 19. und 20. an der Küste trockenes und vorwiegend heiteres Wetter bei westlichen Winden herbei, nachdem ein über Westrußland hinwegziehendes Minimum an der Ostsee noch vereinzelte geringfügige Regenmengen und die eingangs angeführten stürmischen Winde gebracht hatte. Doch auch dieses trockene Wetter war von kurzer Dauer. Nachdem das Hochdruckgebiet vom 16. bis 20. seinen Kern über der Biscayasee langsam nordwärts verlagert hatte, drang es unvermutet in der Nacht zum 21. schnell ostwärts nach Mitteleuropa vor, während sich in seinem Rücken eine neue ozeanische Depression einstellte, die von ihrem Minimum nordwestlich von Schottland in einem Ausläufer bis nach den Pyrenäen reichte. Hiermit begann eine neue Periode von Niederschlägen im Gefolge von Ausläufern, die durch ausgebreitete Gewitter am 21. ostwärts bis Mecklenburg und vom 22. bis 25. von Rügen ostwärts ausgezeichnet war. Eine unauffällige Wandlung erfuhr die Wetterlage am 23., indem sich aus einem von England nordostwärts nach der Nordsee reichenden Keil hohen Druckes ein Teilmaximum entwickelte, das bis zum Abend des 24. nach Nordskandinavien vordrang; unter seiner Einwirkung stellten sich am Morgen dieses Tages unerwartet Nordostwinde an der Küste ein, da gleichzeitig eine flache Depression über Ostdeutschland nordwärts im Vordringen war. Diese trat im Rücken des genannten Teilmaximums durch eine Furche niedrigen Druckes mit der ozeanischen Depression in Verbindung und erhielt sich, vorübergehend etwas vertieft, über Südschweden bis zum 27.

Nachdem das Hochdruckgebiet vom 26. zum 27. Mai über der Biscayasee nordostwärts vorgedrungen war, setzte es seinen Weg in den folgenden Tagen über Mittelskandinavien bis Rußland fort, so daß nach Winden aus westlichen Richtungen vom 25. zum 27. in der folgenden Nacht Winde aus östlichen Richtungen an der Küste einsetzten, die bis Ende des Monats anhielten und das angegebene starke Steigen der Temperaturen zur Folge hatten. Ein am 30. vom Alpenvorland nach der Nordsee vordringender Ausläufer einer Depression, die sich über der Biscayasee eingestellt hatte, brachte an der ganzen Küste an diesem Tage Gewitter und ostwärts bis Pommern Regen, und auch der 30. führte der Küste auf der Südwestseite des genannten Hochdruckgebietes an der Ostsee Gewitter und an der pommerschen Küste Regen herbei; sonst war das Wetter an der Nordsee seit dem 27., an der Ostsee seit dem 28. trocken und, abgesehen vom 30., vorwiegend heiter. Am 30. und 31. lagen die Morgentemperaturen an der ganzen Küste über den normalen Werten — von der Oder ostwärts am 31 um 8 bis 10° —, was an keinem der übrigen Tage des Mai der Fall war.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68–71.

Digitized by Google

Temperaturverlauf im Winter 1907/08 ausgedrückt durch Pentadenmittel.

Druck d. Deutsch. Seewarte.

Digitized by Google

eans

esten
Golf-
st die
einen
ver-
rung
er[1])
tlan-
nzen
en.
zeans
esem
ein-
gens,
ins
men-
1890
. Zu-
issen

Ver-
den
hat.
den
Orten
e für
ober
; der
eden
eigte
Jahr
ieser
uität
n die
nicht
oden
sser-
alten
Hin-
mpe-
auer
mit
atur-
omes
ung.

hrend

schen

Digitized by Google

Digitized by Google

Registrierungen der Ma

X Sekunden

1. Stunde Minuten

2. Stunde Minuten

3. Stunde Minuten

4. Stunde Minuten

Werft

Schlep

Stat. Dedesdorf

Station N

LV - Langsam vorwärts
HV - Halbe Fahrt vorwär
Ho - Halt
LR - Langsam rückwär

tlantischen Ozeans

t.

ren über dem Westen
inwirkung des Golf-
konnte doch erst die
atischen Ozean einen
Buchan (1869) ver-
l ihre Verbesserung
g, und Hoffmeyer[1])
über dem Nordatlan-
n großen und ganzen
vor Augen haben.
Einflusses des Ozeans
altens, und in diesem
schung, die nach ein-
nglands, Norwegens,
eunziger Jahren ins
Schon die Zusammen-
on vom Februar 1890
für einen engen Zu-
fläche und gewissen

uchung über die Ver-
ene angeregt, die den
hungen gebildet hat.
ls man für diese den
ellisö und Ona, Orten
r bis April sowie für
ntinuität im Oktober
Übereinstimmung der
burg in Südschweden
rvortrete. Er zeigte
nen von Jahr zu Jahr
wechseln. In dieser
sowie der Kontinuität
ubte Pettersson die
zu erkennen, die nicht
für längere Perioden
veichung der Wasser-
Eintreffen von kalten
gkeit sind seine Hin-
jener Meerestempe-
ikof über die Dauer
on Upsala sowie mit
lden die Temperatur-
igen des Golfstromes
che der Erscheinung.

lantischen Ozean während
. XIII, 1878.
antique«, 1894.
en und meteorologischen

Digitized by Google

Die Beziehung zwischen den Temperaturen des Nordatlantischen Ozeans und von Nordwest- und Mitteleuropa.

Von Prof. Grossmann, Hamburg.

(Hierzu Tafeln 15 u. 16.)

Wenngleich die Nebeneinanderstellung der Temperaturen über dem Westen Europas und dem Osten Nordamerikas eine thermische Einwirkung des Golfstroms längst ganz bestimmt zu erkennen gegeben hatte, so konnte doch erst die Erforschung der Verteilung des Luftdrucks über dem Atlantischen Ozean einen Einblick in das Wesen der Erscheinung anbahnen; die von Buchan (1869) veröffentlichten Karten der monatlichen Druckverteilung und ihre Verbesserung durch Woeikof gaben uns eine erste annähernde Vorstellung, und Hoffmeyer[1]) lieferte uns dasjenige Bild von der mittleren Druckverteilung über dem Nordatlantischen Ozean, das wir noch heute anerkennen und das wir im großen und ganzen in dem Atlas von Rung[2]) heute in der vollendetsten Form vor Augen haben.

In zweiter Linie aber bedurfte die Erforschung des Einflusses des Ozeans auf unser Klima einer Feststellung seines thermischen Verhaltens, und in diesem Sinne mußte erst die systematische internationale Meeresforschung, die nach einheitlichem Plane unter Beteiligung der Hydrographen Englands, Norwegens, Schwedens, Dänemarks und Deutschlands in den letzten neunziger Jahren ins Leben gerufen wurde, die notwendige Grundlage ergänzen. Schon die Zusammenfassung der Resultate der ersten schwedischen Winterexpedition vom Februar 1890 lieferte Ekman und Pettersson unzweideutige Indizien für einen engen Zusammenhang zwischen dem Zustande der Meeresoberfläche und gewissen Schwankungen des Klimas der skandinavischen Halbinsel.

So wurde Pettersson[3]) zu der bahnbrechenden Untersuchung über die Verbindung der hydrographischen und meteorologischen Phänomene angeregt, die den Ausgangspunkt für eine Reihe höchst bedeutsamer Untersuchungen gebildet hat. Pettersson zeigte, daß die Temperatur des Golfstroms, falls man für diese den Mittelwert der Meeresoberflächentemperaturen von Udsire, Hellisö und Ona, Orten an der norwegischen Küste, einsetzt, für die Monate Dezember bis April sowie für Juli bis September ähnlich verlaufen, daß ein Bruch der Kontinuität im Oktober und November sowie im Mai und Juni eintrete und daß die Übereinstimmung der Temperaturvariationen des Meeres und der Luft über Gothenburg in Südschweden im Januar/April viel ausgeprägter als im Juli/September hervortrete. Er zeigte ferner, daß, abgesehen von den Störungsperioden, im allgemeinen von Jahr zu Jahr Steigen und Sinken der Monatstemperaturen miteinander abwechseln. In dieser Korrespondenz der Lufttemperatur mit der Meerestemperatur sowie der Kontinuität der letzteren durch ganze Gruppen von Monaten hindurch glaubte Pettersson die Grundlage für eine neue Art von meteorologischen Prognosen zu erkennen, die nicht das Wetter, sondern den allgemeinen Charakter des Wetters für längere Perioden betreffen; er bezeichnete es nicht als unmöglich, aus der Abweichung der Wassertemperatur »von der normalen« zu Anfang des Winters das Eintreffen von kalten oder warmen Wintern voraussagen zu können. Von Wichtigkeit sind seine Hinweise auf die Übereinstimmung zwischen den Abweichungen jener Meerestemperaturen und den Ergebnissen der Untersuchungen von Woeikof über die Dauer der Eisdecke der russischen Flüsse und der Schneedecke von Upsala sowie mit dem Beginn der Ackerarbeit bei Upsala. Nach Pettersson bilden die Temperaturschwankungen des Meeres, wie solche durch die Schwankungen des Golfstromes nach Richtung und Intensität hervorgerufen werden, die Ursache der Erscheinung.

[1]) Hoffmeyer: »Die Verteilung des Luftdrucks über dem Nordatlantischen Ozean während des Winters und deren Einfluß auf das Klima von Europa.« Met. Zeitschr. XIII, 1878.

[2]) Rung: »Répartition de la pression atmosphérique sur l'océan atlantique«, 1894.

[3]) Pettersson: »Über die Beziehungen zwischen hydrographischen und meteorologischen Phänomenen.« Met. Zeitschr. XIII (XXXI), 1896.

Digitized by Google

Diese Arbeit von Pettersson bildete den Ausgangspunkt einer ganzen Reihe von Untersuchungen von Meinardus, in denen wir den Gesichtskreis bei Behandlung der Aufgabe zunehmend erweitert finden, und es reihten sich Untersuchungen von Brennecke, Schott, Hann und Mecking an, die hierher gehörige, mehr oder weniger durch Meinardus angeregte Fragen behandelten.

Die von Pettersson angedeutete Möglichkeit einer Wettervorhersage auf Grundlage der Meerestemperaturen an der norwegischen Küste bildet den eigentlichen Ausgangspunkt und das von Meinardus verfolgte Ziel. Dabei faßte Meinardus die Gleichsinnigkeit der Schwankungen anders auf als Pettersson, indem dieser die Abweichungen der Temperaturmittel von ihren Normalmitteln, dagegen Meinardus die Änderungen der Monatsmittel von Jahr zu Jahr ins Auge faßte und die Gleichsinnigkeit dahin verstanden wissen will, daß eine Reihe von Monaten in dem einen Jahr wärmer und in dem anderen kälter als in dem vorangehenden ist; eine auf den Änderungen von Jahr zu Jahr beruhende Prognose bezeichnet Meinardus als eine relative, im Gegensatz zu einer auf den Abweichungen von Normalmitteln beruhenden »absoluten« Prognose.

Nachdem Meinardus[1]) zunächst eine Gleichstimmigkeit zwischen jenen Meerestemperaturen (1874/96) und Berlin festgestellt hatte, wählte er, um die Untersuchung für einen längeren Zeitraum durchführen zu können, an Stelle der Meerestemperaturen die Temperaturen von Christiansund und verglich diese (1861/96, Mittel Nov./Dez.) mit den Temperaturen von Orten Mitteldeutschlands (Jan., Febr., März und Mittel Jan./März) sowie später[2]) (1861/96, Mittel Nov./Jan.) in noch weiterer Ausdehnung mit Orten Mittel- und Nordeuropas (Febr./März und März/April); die Parallelität der Temperaturänderungen ergab sich bei dieser Untersuchung fast durchweg auf 80 bis 90 % und diese Stimmigkeit wurde auf eine solche mit den Meerestemperaturen übertragen, da nach Pettersson der Gang der Temperatur von Christiansund, abgesehen von der Amplitude, sehr nahe mit dem der Wassertemperatur übereinstimmen müsse.

Um noch längere Beobachtungsreihen für seine Aufgabe zu gewinnen, zog Meinardus die Luftdruckbeobachtungen heran. Aus der Erwägung, daß unsere winterliche Luftdruck- und Temperaturverteilung enge Beziehungen zueinander besitzen und anderseits unsere Temperatur und die Meerestemperatur in ihren Schwankungen Übereinstimmung zeigen, schloß Meinardus, daß einer relativ hohen Meereswärme eine Verschärfung der Luftdruckunterschiede über dem Golfstrom und ebenso einer relativ niedrigen Meerestemperatur eine Verminderung jener Gradienten entsprechen müsse. Nach einem sehr befriedigenden Vergleich der Luftdruckgradienten Styckisholm—Thorshavn (1867/92 Sept./Dez.) mit den nachfolgenden Temperaturen von Mitteleuropa (Febr./März) wurden diese für März/April mit den vorangehenden Gradienten Styckisholm—Kopenhagen (1846/92 Sept./Jan.) verglichen und das Ergebnis in einer Karte durch Kurven der gleichen Prozentübereinstimmung dargestellt. Meinardus erhielt für das mit den Gradienten gleichzeitige Quartal Nov./Jan. 69 % und für Febr./April 89 % Übereinstimmung, und wir begegnen hier der Schlußfolgerung, daß jene geringe Stimmigkeit der gleichzeitigen Schwankungen für Nov./Jan. auf Mitteldeutschland beschränkt sein müsse, da die Gleichsinnigkeit für die Schwankungen der Gradienten Sept./Jan. mit den Temperaturen Mitteleuropas Febr./März und März/April und anderseits auch die Gleichsinnigkeit für diese Temperaturen mit denjenigen von Christiansund Nov./Jan. nachgewiesen sei, so daß eine solche auch zwischen den Schwankungen der Gradienten Sept./Jan. und den Temperaturen von Christiansund Nov./Jan. bestehen müsse. Auf diese Weise ergab sich aus dem Verhalten der Gradienten zu den nachfolgenden Temperaturen Mitteleuropas ein solches für die Temperaturen von Christiansund Nov./Jan. und durch eine ähnliche weitere Substitution ein solches für die Meerestemperaturen an der norwegischen Küste und den Golfstrom, so daß also auch aus dem Verhalten der Gradienten

[1]) Meinardus: »Über eine Methode der Vorausbestimmung des allgemeinen Witterungscharakters längerer Zeiträume.« Naturwissensch. Rundschau, XII. J., 1897.

[2]) Meinardus: »Über einige meteorologische Beziehungen zwischen dem Nordatlantischen Ozean und Europa im Winterhalbjahr.« Met. Zeitschr. XV. (XXXIII.) Bd., 1898.

Digitized by Google

die Gleichsinnigkeit der Schwankungen der Meerestemperaturen Nov./Jan. mit den Mitteltemperaturen von Mitteleuropa Febr./März und März/April erwiesen wurde.

Der von Meinardus aufgefundene hohe Betrag für die Gleichsinnigkeit dieser Temperaturschwankungen zusammen mit dem Ergebnis seiner Untersuchungen über das Verhalten einiger phänologischer Beobachtungen gegen die im Frühwinter an der norwegischen Küste vorangehenden Temperaturen, das an einer Stelle[1]) durch Kurven dargestellt wird, führten Meinardus zu einer Untersuchung über die Möglichkeit einer Voraussage der Getreideernte in Norddeutschland[2]) mit dem Ergebnis, daß eine gute oder schlechte Weizenernte in Norddeutschland mit großer Wahrscheinlichkeit auf Grund der Mittelwerte der Temperatur von Christiansund aus dem Vorzeichen ihrer Abweichung von der normalen in dem Zeitraum Nov./Jan. vorauszusagen sei, und daß auch für die Ernte von Roggen, Hafer und Gerste gewisse Beziehungen aufgefunden wurden.

Nachdem Meinardus durch die Einbeziehung der Gradienten über dem Golfstrom die Zirkulation der Luft über dem Osten des Nordatlantischen Ozeans mit Erfolg in die Behandlung des Problems eingeführt hatte, erfuhr die Untersuchung die Erweiterung, daß die ganze Zirkulation auf dem Nordatlantik in den Kreis der Betrachtung gezogen wurde[3]) u. [4]). An der Hand von Jahreswerten (Sept./Aug.) der Gradienten zwischen Toronto und Ivigtut (1875/00), Ponta Delgada und Styckisholm (1866/00) und Kopenhagen—Styckisholm (1846/00) folgert Meinardus aus deren gleichsinnigem Verlauf, daß die gesamte Zirkulation der Luft über dem Nordatlantischen Ozean, angezeigt durch die Schwankungen der verschiedenen, gegen das Aktionszentrum bei Island gerichteten Gradienten, gleichzeitig Verstärkung und Abschwächung erfahre. Kurven des Verlaufs der Monatswerte der Gradienten Kopenhagen—Styckisholm, der Meeresoberflächentemperatur an der norwegischen Küste (1874/01) und des Wärmegehalts einer Wassersäule von 32 m Tiefe bei Horns Riff an der jütischen Küste (1880/02) ließen aus ihrer Gleichsinnigkeit folgern, daß die positiven oder negativen Differenzen des Luftdrucks entsprechend den Änderungen der Stärke der atmosphärischen Zirkulation mit erhöhten oder erniedrigten Meerestemperaturen zusammenfallen oder ihnen um einen bis drei Monate vorangingen. Das gleichzeitig untersuchte Vorkommen von Eis bei Neufundland (1860/02) zeigte auch dieses in Übereinstimmung mit den Luftdruckdifferenzen und besonders mit denen des vorangehenden Herbstes und Winters. Hieraus folgerte Meinardus, daß Schwankungen der Stärke der atmosphärischen Zirkulation auf den beiden Seiten des Nordatlantik einen entgegengesetzten Einfluß auf die Wärmeführung der Meeresströmungen ausüben und daß weiter in der Äußerung der vermehrten oder verminderten Wasserbewegung auf die Temperatur bzw. die Eisverhältnisse eine Verspätung von mehreren Monaten eintrete, »wodurch eben die Möglichkeit einer Prognose für beide Seiten des Atlantik« gegeben sei. Auf Grund der Feststellung, daß in 70 bis 80 % der Fälle hoher bzw. niedriger Luftdruck bei Island im Winter und Frühjahr einem Eisreichtum bzw. Eismangel bei Island voranzugehen pflege und hoher bzw. niedriger Luftdruck bei Island eine verminderte bzw. eine verstärkte nordatlantische Luftzirkulation mit ihren Folgen bewirke, wurden auch die Eisverhältnisse von Island in die folgenden Sätze von Meinardus eingereiht:

---

[1]) Meinardus: »Der Zusammenhang des Winterklimas in Mittel- und Nordwesteuropa mit dem Golfstrom.« Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, XXXIII. Bd., 1898.

[2]) Meinardus: »Einige Beziehungen zwischen der Witterung und den Ernteerträgen in Norddeutschland.« Vortrag auf d. VII. Int. Geogr. Kongreß in Berlin 1899. (Verhandl. d. VII. Int. Geogr. Kongr. in Berlin 1899.)

[3]) Meinardus: »Über Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation und ihre Folgen.« Ann. d. Hydr. usw. XXXII, 1904.

[4]) Meinardus: »Über Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation und damit zusammenhängende Erscheinungen.« Met. Zeitschr. XXII, 1905. (Dieser Aufsatz wie der unter [1]) bildet der Hauptsache nach den Inhalt eines am 7. April 1904 bei der zehnten Tagung der D. Met. Gesellsch. in Berlin gehaltenen Vortrages.)

Digitized by Google

Es hängen aufs engste und ursächlich zusammen:

A. 1. Schwache atlantische Zirkulation (August bis Februar).
2. Niedrige Wassertemperaturen an der europäischen Küste (November bis April).
3. Niedrige Lufttemperaturen in Mitteleuropa von Februar bis April.
4. Eisarmut bei Neufundland im Frühjahr.
5. Eisreichtum bei Island im Frühjahr.
6. Schlechte Weizen- und Roggenernte in Westeuropa und Norddeutschland.

B. 1. Starke atlantische Zirkulation (August bis Februar).
2. Hohe Wassertemperaturen an der europäischen Küste (November bis April).
3. Hohe Lufttemperaturen in Mitteleuropa von Februar bis April.
4. Eisreichtum in Neufundland im Frühjahr.
5. Eisarmut bei Island im Frühjahr.
6. Gute Weizen- und Roggenernte in Westeuropa und Norddeutschland.

In seiner letzten Untersuchung über das vorliegende Problem behandelte Meinardus[1]) eingehend die Eisverhältnisse von Island während eines mehr als hundertjährigen Zeitraums und deren Zusammenhang mit den Meeresströmungen und den meteorologischen Erscheinungen; in der letzten Beziehung gelangte Meinardus zu dem Ergebnis, daß eisreiche bzw. eisarme Perioden bei Island mit Perioden niedriger bzw. hoher Temperatur in Grönland und mit Perioden verstärkter bzw. abgeschwächter nordatlantischer Zirkulation zusammenfallen. Diese letzte Folgerung stützt sich auf die Luftdruckunterschiede von Kopenhagen—Styckisholm, deren ausgeglichene fünfjährige Werte für 1846/95 in ihrem Kurvenverlaufe eine Ähnlichkeit mit denen des entsprechend dargestellten Eisvorkommens zeigten. Das Resultat stimmte mit dem früheren Ergebnis des Zusammenfallens von Eisreichtum bei Island mit schwacher Zirkulation nicht überein. Wenn auch das von Meinardus an dieser Stelle gewonnene Ergebnis auf einem starken Ausgleichen innerhalb der Reihe der Werte beruht und die Ähnlichkeit der verglichenen Kurven trotzdem keine allzugroße ist, so möchten wir doch in dem neueren Ergebnis eine Bestätigung erblicken, daß sich das Eisvorkommen bei Island in bezug auf die nordatlantische Zirkulation keineswegs eindeutig verhält, wie dies auch andere Untersuchungen ergeben haben. Bei Anerkennung der Ableitung des neueren Satzes würden wir anderseits zu schließen haben, daß eine der die Eisverhältnisse bei Island bestimmenden Ursachen bei einer Zusammenfassung des Eisvorkommens zu fünfjährigen Mittelwerten zum Ausdruck gelangt, während sie bei der Aneinanderreihung der aufeinanderfolgenden Jahreswerte nicht hervortritt; dieser Auffassung der Lösung des scheinbaren Widerspruchs begegnen wir auch bei Meinardus auf Seite 319 des vorhergehenden Heftes dieser Zeitschrift.

Ergänzungen der Arbeiten von Meinardus brachten die Untersuchungen von Schott[2]) u. [3]) über die Eisverhältnisse von Neufundland, von Brennecke[4]) über die Eisverhältnisse des Ostgrönländischen Meeres und von Mecking über diejenigen der Baffinbay[5]) und von Neufundland[6]), in denen übereinstimmend der Einfluß der Meeresströmungen auf die Eisverhältnisse zum Ausdruck gelangt

[1]) Meinardus: »Periodische Schwankungen der Eistrift bei Island.« Ann. d. Hydr. usw. XXXIV. J., 1906.

[2]) Schott: »Die große Eistrift bei der Neufundlandbank und die Wärmeverhältnisse des Meerwassers im Jahre 1903.« Ann. d. Hydr. usw., XXXII. J., 1904.

[3]) Schott: »Über die Grenzen des Treibeises bei der Neufundlandbank sowie über eine Beziehung zwischen neufundländischem und ostgrönländischem Treibeis.« Ann. d. Hydr. usw. XXXII. J., 1904.

[4]) Brennecke: »Beziehungen zwischen der Luftdruckverteilung und den Eisverhältnissen des Ostgrönländischen Meeres.« Ann. d. Hydr. usw. XXXII. J., 1904.

[5]) Mecking: »Die Eistrift aus dem Bereich der Baffin-Bai, beherrscht von Strom und Wetter.« Veröffentl. d. Inst. f. Meeresk. usw., Heft 7, 1905.

[6]) Mecking: »Die Treibeiserscheinungen bei Neufundland in ihrer Abhängigkeit von Witterungsverhältnissen.« Ann. d. Hydr. usw. XXXV. J., 1907.

Digitized by Google

und von denen die drei letztgenannten nach dem Vorgang von Meinardus die Verhältnisse durch die Berechnung von Luftdruckgradienten senkrecht zu den maßgebenden Meeresströmungen und teilweise durch Karten der Luftdruckverteilung klar legen; als besondere Ergebnisse sind anzuführen der Nachweis, 1. daß die Eisverhältnisse von Neufundland und Island wohl im allgemeinen gegensätzliche sind, diese Verhältnisse aber nicht selten sehr erhebliche Abweichungen aufweisen, die zum Teil darauf zurückzuführen sind, daß der Eisreichtum an der Quelle der Eiszufuhr eine große Rolle spielen muß, 2. daß die Schmelzwasser der Eismassen bei Neufundland keinen nachweisbaren direkten Einfluß auf die Temperatur des Meeres an der Westküste Europas ausüben, und 3. daß die Temperatur von Bodö eine gewisse Stimmigkeit mit den Eisverhältnissen bei Island zeigt, indem Eisreichtum mit niedriger und Eisarmut mit hoher Temperatur zusammenzufallen pflegt.

Aus demselben Gebiet besitzen wir außerdem noch eine wertvolle Untersuchung von Hann[1]), der die Frage von einer anderen Seite beleuchtete, indem er die gleichzeitig über Island und Nordwesteuropa bestehenden Witterungsanomalien verglich.

In den Schlußfolgerungen von Meinardus sehen wir die Schwankungen der Temperaturen der Meeresoberfläche der norwegischen Küste, der Temperaturen von Christiansund und von Mitteleuropa, der Luftdruckgradienten und der Eisverhältnisse vielfach mittelbar miteinander in Beziehung gesetzt durch den Schluß, daß zwei Erscheinungen miteinander gleichsinnig verlaufen, wenn sie beide mit einer dritten gleichsinnig verlaufen. Dieser Schluß gilt aber streng genommen nur dann, wenn die Gleichsinnigkeit eine vollkommene ist, was bei den hier behandelten Erscheinungen nicht zutrifft. Ein interessantes Beispiel für die Nichtanwendbarkeit jener Schlußform läßt sich der genannten Abhandlung von Hann entnehmen, indem sich dort durch Auszählen aus den Beobachtungsreihen ergeben hat, daß die Vorzeichen der Abweichungen der Monatsmittel des Luftdrucks im Winter auf Island im allgemeinen denen von Nordwest- und Mitteleuropa entgegengesetzt sind, und anderseits dieselbe Gegensätzlichkeit gegen die Vorzeichen der gleichzeitigen Monatsmittel der Temperatur über Nordwest- und Mitteleuropa aufweisen. Wollte man nach der angeführten Schlußform folgern, daß somit im Winter über Nordwest- und Mitteleuropa die Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur und des Luftdrucks im allgemeinen die gleichen Vorzeichen haben, so würde man zu einem gänzlich falschen Ergebnis gelangen.

Eine unvermittelte Feststellung der Gleichsinnigkeit durch Vergleich von Beobachtungsreihen liegt nur vor von Pettersson für die Meerestemperaturen an der norwegischen Küste und die Lufttemperatur von Oerebrö und Gothenburg, und von Meinardus für jene Meerestemperaturen und die Temperatur von Berlin, für die Temperaturen von Christiansund und Mitteleuropa, für die Luftdruckgradienten Kopenhagen/Styckisholm mit der Temperatur von Mitteleuropa und mit den Meerestemperaturen an der norwegischen Küste und dem Wärmegehalt der Wassersäule bei Horns Riff, sowie für die verschiedenen Gradienten über dem nordatlantischen Ozean. Eine Untersuchung über das Verhalten jener Meerestemperaturen gegen die Lufttemperatur von Christiansund liegt nicht vor. In den obigen Hauptsätzen von Meinardus verliert der sechste auf die Temperatur von Christiansund gegründete streng genommen seine Stütze und die übrigen meist auch ihre Hauptstütze insofern, als von allen die Temperatur Mitteleuropas betreffenden Untersuchungen nur diejenige über die Parallelität zwischen den Meerestemperaturen und der Temperatur von Berlin streng genommen als Grundlage für jene Sätze gelten kann.

Die Temperaturen der Meeresoberfläche an der norwegischen Küste.

Verfasser hatte sich die Aufgabe gestellt, den von Pettersson aus seinen Kurven des Verlaufs der Abweichungen der Monatsmittel der Meerestemperaturen gefolgerten Bruch der Kontinuität der Golfstromtemperaturen näher zu unter-

[1]) Hann: »Die Anomalien der Witterung auf Island in dem Zeitraum 1851/1900 und deren Beziehungen zu den gleichzeitigen Witterungsanomalien in Nordwesteuropa.« Met. Ztschr. XXII. Bd., 1905.

Digitized by Google

suchen und die auf Grundlage der Temperatur von Christiansund von Meinardus für Mitteleuropa gefolgerte Möglichkeit einer Temperaturvorhersage von hohem Erfolgprozent auf Grundlage der Beobachtungen von Stationen der deutschen Seewarte an der Küste nachzuprüfen.

Benutzt wurden die in den norwegischen »Meteorologischen Jahrbüchern« von 1874/1906 enthaltenen Beobachtungen der Temperatur von Christiansund und der Meeresoberfläche bei Udsire, Hellisö, und Ona und teilweise die zur Zeit des Abschlusses der Berechnungen vorliegenden, handschriftlich von Herrn Prof. Hildebrandsson gütigst mitgeteilten Monatsmittel bis August 1907; berechnet wurden die vieljährigen Monatsmittel der Temperatur von Christiansund, jener zu einem Mittel vereinigten Meerestemperaturen für diesen Zeitraum sowie die Abweichungen der einzelnen Monatsmittel und deren Änderungen von Jahr zu Jahr, um zugleich die Grundlage für die absolute Temperaturprognose im Sinne von Pettersson und für die relative Prognose im Sinne von Meinardus zu gewinnen. Den meteorologischen Jahrbüchern der Deutschen Seewarte wurden die Monatsmittel der Temperatur von deren Normalbeobachtungsstationen an der deutschen Küste Borkum, Hamburg, Swinemünde und Memel entnommen und deren Abweichungen gegen die veröffentlichten Mitteltemperaturen des Zeitraumes 1876/1900 sowie die Änderungen von Jahr zu Jahr berechnet. Der Bearbeitung nach diesem doppelten Gesichtspunkt entspricht die Unterteilung der hier gegebenen Tabellen nach Abweichung und Änderung.

Um einen Überblick über den Verlauf und die Größe der Schwankungen der Meeresoberflächentemperatur der norwegischen Küste zu geben, sind auf Tafel 15 die Abweichungen der Monatstemperaturen (im Mittel aus Udsire, Hellisö und Ona) für die Jahre 1874/1907 von den vieljährigen Mittelwerten (1874/1906) eingetragen und durch Kurvenzüge verbunden; zugefügt sind die von Meinardus berechneten Bewertungsziffern für das Eisvorkommen bei Island[1]) und bei Neufundland[2]) für 1874/1904 bzw. 1874/1902. Wir bemerken lange Perioden mit andauernden positiven und solche mit negativen Abweichungen neben anderen langen Pendelns um die Normalwerte, und erkennen anderseits lange Zeiträume mehr oder weniger steter Abnahme oder der Zunahme der Abweichungen sowie auch nicht selten kürzere Perioden vorübergehend starker Schwankungen der Abweichungen. Ein Zusammenhang mit den Eisverhältnissen bei Neufundland in dem von Meinardus angegebenen Sinne, daß Eismangel mit niedrigen und Eisreichtum mit hohen Meerestemperaturen an der norwegischen Küste zusammenzufallen pflege, tritt im allgemeinen hervor, während ein Zusammenhang mit den Eisverhältnissen bei Island nicht zu erkennen sein möchte.

Der von Pettersson behauptete Bruch der Kontinuität der Meerestemperaturen zeigt sich in jenen Kurven nicht, dafür aber in jeder wünschenswerten Schärfe in den Kurven der Tafel 16, deren Konstruktion einiger Erläuterungen bedarf, um verständlich zu sein. Zunächst wurde für jeden Monat getrennt für die Abweichung und für die Änderung ausgezählt, in wieviel Prozent der Fälle sich das Vorzeichen (der Abweichung bzw. der Änderung) bis zum nächsten, zweit-, dritt- und viertnächsten Monat erhält, wobei der Wert 0 der Abweichung oder Änderung nicht als Unterbrechung angerechnet und im Falle einer 0 bei angrenzenden entgegengesetzten Vorzeichen die vorangehende Periode als mit jenem Wert 0 im Sinne der Zeichenerhaltung als abschließend angesehen wurde. Diese Erhaltungsprozente sind in einem Koordinatensystem, entsprechend demjenigen der Fig. I^a und I^b auf Tafel 16, in dem die Ordinatenlinien der Reihe nach den Monaten Oktober bis September und weiter bis März zukommen, die Abszissenachse dem folgenden Monat und die der Abszissenachse parallelen Linien je dem zweitnächsten, dritt- usw. nächsten Monat entsprechen, als die den Schnittpunkten der sich schneidenden Linien zufallenden Werte eingetragen worden; alsdann wurden auf diesen Linien die Punkte mit 90%, 80%, 70% usw. Erhaltung unter

---

[1]) Meinardus: »Periodische Schwankungen der Eistrift bei Island.« Ann. d. Hydr. usw. XXXIV. J., 1906.

[2]) Meinardus: »Über Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation und ihre Folgen.« Ann. d. Hydr. usw. XXXII. J., 1904.

Digitized by Google

Benutzung von Hilfskurven durch graphische Inter- und teilweise durch Extrapolation bestimmt, und die zusammengehörigen Punkte dann durch Linienzüge verbunden, so daß bei der Konstruktion jede Willkür ausgeschlossen wurde. Die in dieser Weise aus den vierunddreißigjährigen Beobachtungen für die Erhaltung des Vorzeichens der Abweichung und desjenigen der Änderung von Jahr zu Jahr abgeleiteten Kurvensysteme lassen den von Pettersson aufgefundenen Bruch der Kontinuität in den Monaten Oktober und November einer- und Mai und Juni anderseits sehr deutlich erkennen. Wir sehen auf den für die Änderung konstruierten Kurven das Hauptmaximum der Erhaltung des Vorzeichens im Dezember, wo sich die Kurve mit 50 % Erhaltung bis zu $5^1/_2$ Monaten erhebt und somit in der Hälfte der Fälle das Vorzeichen des Dezember bis nach der Zeit des Bruchs im Mai erhalten bleibt, und bemerken ein geringeres Maximum zwischen Juni und Juli von etwa $3^1/_2$ Monaten mittlerer Erhaltung des Vorzeichens, so daß also die Vorzeichen zur Zeit dieses sommerlichen Maximums nicht in der Hälfte der Fälle bis zu dem Bruch im Oktober andauern, jedoch einen hier hervortretenden dritten Bruch der Kontinuität im August überdauern. Das Hauptminimum der Erhaltung des Vorzeichens mit nur etwa $1^1/_2$ Monat während 50 % der Fälle erblicken wir im Oktober und daneben zwei Minima von 50 % Erhaltung während etwa $1^3/_4$ Monat im Mai und August, von denen, wie der Verlauf der höheren Prozentkurven anzeigt, das Minimum im Mai stärker ausgeprägt ist und, wie wir eben sahen, von den vorangehenden längeren Perioden der Erhaltung des Vorzeichens im Sinne deren Erhaltung in 50 % der Fälle überdauert zu werden pflegt. Dieses für die Änderung hervortretende Minimum der Erhaltung des Vorzeichens im August dürfte nicht durch Zufälligkeiten der Beobachtungsreihe bedingt sein, sondern einen wirklich vorhandenen dritten Bruch der Kontinuität anzeigen, während die Abweichung, entsprechend dem Ergebnis von Pettersson, nur zwei Bruchstellen im Mai und Oktober aufweist. Die Kurven der Erhaltung des Vorzeichens der Abweichung weisen, abgesehen von dem fehlenden Minimum im August die Maxima und Minima etwa zu derselben Zeit auf, wie die Kurven der Änderung; aber das winterliche Maximum beträgt für 50 % der Fälle nur $3^3/_4$ Monate der Zeichenerhaltung und damit etwas weniger als das sommerliche Maximum, das hier zum Hauptmaximum entwickelt auftritt; entgegen dem Verhalten der Änderung bemerken wir aus den Kurven, daß in der Hälfte der Fälle das zur Zeit des Sommermaximums beobachtete Vorzeichen bis nach der Bruchstelle im Oktober vorhält, während das zur Zeit des Wintermaximums beobachtete Vorzeichen wie dasjenige der Erhaltung der Änderung etwa in der Hälfte der Fälle bis zum Bruch im Mai andauert. Übereinstimmend tritt auch für die Abweichung der Bruch im Oktober weit intensiver als derjenige im Mai hervor.

In anderer Weise bringen in Fig. II auf Tafel 16 die für die Abweichung und die Änderung gegebenen Kurven der mittleren Länge der Fortdauer desselben Vorzeichens diese Verhältnisse zur Anschauung. Die Änderung zeigt hier ebenfalls zwei erheblich verschiedene Maxima im Dezember/Januar und Juni/Juli, während die Abweichung nur wenig verschiedene Maxima aufweist; bei dieser liegen die Maxima und die Minima um je sechs Monate auseinander, während die Dauer der Erhaltung des Vorzeichens der Änderung nur die Maxima um sechs Monate, dagegen die Minima im Mai und August, also nur drei Monate auseinander liegend aufweist; das Maximum der warmen Jahreszeit tritt hier nur durch eine kleine Zunahme der mittleren Dauer im Juni und Juli hervor, und die Unterbrechung der Kontinuität der Meerestemperaturen im Oktober kommt hier nicht zum Ausdruck.

Interesse verdienen auch die auf Tafel 16 enthaltenen Kurven des Verlaufs der als arithmethische Mittel ohne Rücksicht auf die Vorzeichen der Einzelwerte berechneten mittleren Größe der Abweichung und der Änderung, besonders auch im Vergleich mit den zugefügten gleichartigen Kurven für die Lufttemperatur von Christiansund und von Swinemünde. Wie nicht anders zu erwarten, verlaufen die Kurven für die Änderung durchweg höher als die der Abweichung und liegen im allgemeinen umsomehr von diesen entfernt, je größer die mittlere Abweichung ist. Wir bemerken für die Meerestemperatur in beiden Fällen zwei

Digitized by Google

Maxima im Februar und August und finden das Maximum der warmen Jahreszeit sogar etwas größer als das der kalten, während die Temperatur von Swinemünde nur eine einfache Schwankung im Jahre aufweist und dasselbe auch für Christiansund gilt, falls man nicht den kleineren Unebenheiten der Kurve der Änderung für Christiansund eine reelle Bedeutung beimessen will. Für Christiansund fällt das Maximum der mittleren Größe der Abweichung und der Änderung von Jahr zu Jahr auf Februar mit demjenigen der Meerestemperatur, in Swinemünde aber früher, auf den Januar, während die Minima der beiden Lufttemperaturen ungefähr mit dem sommerlichen Maximum der mittleren Abweichung und Änderung der Meerestemperatur zusammentreffen. Wir sehen hier also ein verschiedenes Verhalten der Temperaturen des Meeres und der Luft. Ob jenes sommerliche Maximum der Veränderlichkeit jener Meeresoberflächentemperaturen auch dem Golfstrom zukommt, oder vielleicht eine Eigentümlichkeit jener Meeresoberflächentemperaturen an der Küste darstellt, bedarf weiterer Feststellung. Daß wir gegen das Verhalten der Lufttemperatur abweichende Verhältnisse antreffen, würde anderseits erklärlich sein, da das Meer sich unter der Einwirkung der Insolation wesentlich von oben nach unten und die Luft von unten nach oben erwärmt, und wärmere Luft aufsteigt, während wärmeres Wasser — abgesehen von dem etwaigen Einfluß von Dichtigkeitsänderungen infolge der Änderungen seines Salzgehalts — keine Neigung zur Ortsveränderung in senkrechter Richtung besitzt.

Die mittlere Größe der Änderung der Monatsmittel von Jahr zu Jahr schwankt bei der Meerestemperatur an der norwegischen Küste zwischen 0.6° und 1.4°, bei der Lufttemperatur von Christiansund zwischen 1.3° und 2.5° und bei der Temperatur von Swinemünde zwischen 1.1° und 2.9°; die mittlere Größe der Abweichung der Monatsmittel zeigt als Höchstwert bei den Meerestemperaturen 1.1°, bei der Temperatur von Christiansund 1.7° und bei derjenigen von Swinemünde 2.0°, und als den niedrigsten Wert der Reihe nach 0.4°, 1.0° und 0.8°.

Um das Verhalten der Vorzeichen der Abweichungen und Änderungen noch in anderer Weise zu untersuchen und dabei der von Pettersson und Meinardus behandelten Temperaturprognose näher zu kommen, wurde ausgezählt, wie oft sich das einem der Quartale Nov./Jan., Febr./April, Mai/Juli, Aug./Okt. zukommende Vorzeichen der Abweichung sowie der Änderung in dem nächst-, dem zweitnächst-, dem drittnächst- und dem nach einem Jahre folgenden Quartale wiederholt; die so erhaltenen Prozentzahlen haben mit bezug auf das nächstfolgende Quartal die Bedeutung des Erhaltungsprozents der Vorzeichen, für die folgenden aber charakterisieren sie nur die Stimmigkeit mit den vorangehenden. Bei dieser Auszählung wurde in allen Fällen, wo einer der in bezug auf ihr Vorzeichen zu vergleichenden Werte Null war, eine halbe Zeichenübereinstimmung gerechnet, ausgenommen dann, wenn die algebraische Differenz der zu vergleichenden Werte nicht größer als 0.2° war, in welchen Fällen stets eine volle Übereinstimmung gezählt wurde. Benutzt wurden die Beobachtungsreihen bis 1906, und es wurde die Auszählung für die Meeresoberflächentemperaturen an der norwegischen Küste sowie die Lufttemperatur von Christiansund und die vier Stationen an der Küste in derselben Weise durchgeführt. Der das Ergebnis enthaltenden Tabelle I dürfen wir, wenn auch die Kürze der Beobachtungsreihen viele Zufälligkeiten verschuldet haben wird, doch einige Beziehungen als ziemlich verbürgt entnehmen, von denen die folgenden hervorgehoben werden mögen.

1. Die Meerestemperatur zeigt hinsichtlich der Abweichung wie der Änderung im nächstfolgenden Quartal meist größere Übereinstimmung der Vorzeichen als die Lufttemperaturen; der große Betrag der Erhaltung von Mai/Juli zu Aug./Sept. findet sich bei den übrigen Temperaturen nicht, während das Maximum von Nov./Jan. zu Febr./April meist auch sonst hervortritt. Die Tabelle enthält noch einige Prozentwerte für die Zeichenübereinstimmung zwischen dem Zeitraum Sept./Jan. und dem nachfolgenden März/April als denjenigen Zeiträumen, für die Meinardus eine große Stimmigkeit hinsichtlich der Änderung bei dem Vergleich der Gradienten Kopenhagen—Styckisholm und der Temperatur von Orten Mitteleuropas gefunden hat; die Meerestemperaturen ergaben für diese

Digitized by Google

Zeiträume nur 61 % und 55 %, dagegen die Temperatur von Christiansund 61 % und 81 % für die Abweichung und die Änderung. Nur für die Aufeinanderfolge Aug./Okt. zu Nov./Jan. sehen wir bei der Meerestemperatur das Erhaltungsprozent für die Abweichung unter 50 (45) sinken und bemerken das entsprechende Minimum noch schärfer ausgeprägt bei Christiansund (31) und Swinemünde (38), so daß wir in diesen Fällen meist Zeichenwechsel zu erwarten haben; Hamburg und Memel erscheinen hier indifferent, während Borkum überwiegend eine Zeichenfolge für die Abweichung anzeigt. Für die Änderung aber läßt die Meerestemperatur von Aug./Okt. zu Nov./Jan. häufiger Erhaltung des Vorzeichens beobachten in Übereinstimmung mit Borkum und Hamburg, während die anderen Lufttemperaturen sich unbestimmt verhalten. Daß der Bruch im Spätherbst in den angrenzenden Quartalen mehr für die Luft- als die Meerestemperatur hervortritt, würde verständlich sein, während es auffällig erscheinen muß, daß dieser Bruch hier nur für die Abweichung ausgesprochen vorliegt.

Tabelle I.

Mit dem nachfolgenden	Prozenthäufigkeit der Übereinstimmung des Vorzeichens															
	der Abweichung				der Änderung				der Abweichung				der Änderung			
	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.
	Meerestemperatur (Norw. Küste)								Lufttemperatur Christiansund							
I. Quartal	72[1]	67	70	45	73[2]	66	72	58	58[3]	55	53	31	73[4]	59	55	48
II. „	58	50	56	52	65	56	39	52	57	58	59	58	53	55	53	47
III. „	52	38	52	38	60	32	50	34	53	48	52	48	65	34	52	37
IV. „	48	38	52	53	27	18	32	26	52	47	53	53	13	35	37	26
	Lufttemperatur Borkum								Lufttemperatur Hamburg							
I. Quartal	62	69	61	63	71	57	58	62	60	61	52	52	64	43	55	64
II. „	70	56	80	50	53	52	60	53	60	50	75	52	38	45	66	57
III. „	57	62	57	45	38	43	48	29	48	53	62	40	38	33	55	40
IV. „	52	58	65	38	32	26	43	28	52	50	58	42	36	34	31	34
	Lufttemperatur Swinemünde								Lufttemperatur Memel							
I. Quartal	68	61	56	38	69	62	53	52	57	64	59	46	54	61	63	52
II. „	63	48	65	47	43	42	57	50	57	41	68	54	46	44	63	58
III. „	47	48	53	43	45	43	40	38	44	43	59	50	35	46	50	35
IV. „	41	47	70	53	36	28	48	43	35	37	56	67	28	23	39	37

[1]) Auf Sept./Jan. folgt März/April 61 %. [2]) Auf Sept./Jan. folgt März/April 55 %. [3]) Auf Sept./Jan. folgt März/April 61 %. [4]) Auf Sept./Jan. folgt März/April 81 %.

2. Die Lufttemperatur von Christiansund zeigt meist eine etwas geringere Erhaltung des Vorzeichens im nachfolgenden Quartal als die übrigen Lufttemperaturen, ausgenommen wesentlich von Nov./Jan. zu Febr./April hinsichtlich der Änderung, wo Christiansund ein auspegrägtes Maximum aufweist, wie wir ein solches, wenn auch schwächer ausgeprägt, auch bei den übrigen Lufttemperaturen, ausgenommen Memel, antreffen.

3. Die Übereinstimmung eines Quartals mit den späteren Quartalen ist hinsichtlich des Vorzeichens der Abweichung für die Meerestemperatur im allgemeinen kleiner als für die Lufttemperaturen, hinsichtlich der Änderungen aber für die kalten Quartale größer und die warmen Quartale kleiner als für die Lufttemperaturen. Sehr bemerkenswert ist die für die Zeit nach einem Jahre angezeigte Tendenz zur Umkehr des Vorzeichens der Änderung, die am ausgeprägtesten bei den Meerestemperaturen hervortritt, aber auch für die Lufttemperaturen ausgeprägt ist, während die Abweichungen dies Verhalten nur teilweise für Nov./Jan. und Febr./April, und besonders für die Temperaturen des Meeres und von Memel, aufweisen. Daß die Temperatur jener Meeresoberfläche und von Gotenburg ganz überwiegend von Jahr zu Jahr abwechselnd steigt und

Digitized by Google

sinkt, hat schon Pettersson aus dem Verhalten der einzelnen Monate nachgewiesen.

Betreffs der Jahreszeit, in der dieser Wechsel der Vorzeichen eintritt, ersehen wir aus Tabelle I, daß die Vorzeichen der Änderungen der Meerestemperaturen von Nov./Jan., Febr./April und Mai/Juli mit denen der folgenden Quartale bis Aug./Okt. übereinzustimmen pflegen und nach dem im Herbst für die Meerestemperaturen beobachteten Bruch im Quartal Nov./Jan. überwiegend andere Vorzeichen auftreten, während die Vorzeichen der Änderung der Meerestemperaturen vom Aug./Okt. erst von Febr./April zu Mai/Juli, also nach dem Bruch im Frühsommer, zu wechseln pflegen; diesem Verhalten schließen sich die Lufttemperaturen von Christiansund und der deutschen Küste hinsichtlich der Änderung an mit dem Unterschied, daß keine Änderung gegen die im Mai/Juli beobachteten Vorzeichen der Änderungen von Aug./Okt. zu Nov./Jan., sondern überwiegend erst nach einem Jahre von Febr./April zu Mai/Juli eintritt. Die Abweichungen zeigen in den Vorzeichen der Quartalswerte, abgesehen von dem meist hervortretenden Zeichenwechsel, von Aug./Okt. zu Nov./Jan. im allgemeinen keine Beeinflussung durch die Bruchstellen der Meerestemperaturen; auffällig tritt eine ziemlich große Übereinstimmung der Vorzeichen der Abweichungen für das Quartal Mai/Juli zu Nov./Jan. bei den Küstentemperaturen hervor, das sich in schwächerem Grade auch für Christiansund und die Meeresoberflächentemperatur wohl angedeutet findet.

Das Verhalten der gleichzeitigen Meeres- und Lufttemperaturen.

Behufs Untersuchung der gleichzeitig bestehenden Temperaturverhältnisse wurden für dieselben Quartale und wieder getrennt nach Abweichung und Änderung die Prozenthäufigkeiten einer Zeichenübereinstimmung der Meerestemperatur mit den fünf verschiedenen Lufttemperaturen und sodann der Temperatur von Christiansund mit den Temperaturen der vier Küstenorte untersucht; das Ergebnis gibt Tabelle II.

Tabelle II.

A. Prozentübereinstimmung mit der gleichzeitigen Temperatur des Meeres.

Temperatur von	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.
	im Vorzeichen der Abweichung				im Vorzeichen der Änderung von Jahr zu Jahr			
Christiansund	69 (64)	83	81	92	77 (69)	91	80	86
Borkum . . .	78	65	71	71	71	90	72	85
Hamburg . .	80	65	66	73	69	77	58	82
Swinemünde .	75 (81)	68	71	77	67 (80)	82	70	83
Memel	76	82	73	71	79	83	82	57

B. Prozentübereinstimmung mit der gleichzeitigen Temperatur von Christiansund.

Temperatur von	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.
Borkum . . .	73	65	68	74	67	83	58	82
Hamburg . .	73	66	69	74	64	78	55	83
Swinemünde .	72 (77)	69	65	76	64 (70)	80	68	90
Memel	69	77	75	66	69	76	80	59

(Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Mittel von IX./I. als Ausgang des Vergleichs.)

Wir entnehmen der Tabelle, daß das Meer bis auf das Quartal Nov./Jan. meist besser mit der gleichzeitigen Temperatur von Christiansund als mit denen der Küstenstationen übereinstimmt, und daß diese mit dem Meere und Christiansund etwa in gleichem Grade übereinstimmen bis auf Nov./Jan., wo sie sich dem Meere wohl etwas mehr anpassen.

Im Febr./April und Aug./Okt. stimmen die Temperaturen des Meeres und von Christiansund mit den Temperaturen an der deutschen Küste hinsichtlich der Änderungen am besten, für Nov./Jan. und teilweise auch Mai/Juli gilt dies hinsichtlich der Abweichungen; die größere Übereinstimmung hinsichtlich der Abweichung fällt also, wie wir auf Tafel 16 in Fig. I[a] und I[b] bemerken, auf die aufsteigenden Kurvenäste, die größere Übereinstimmung hinsichtlich der Änderung

Digitized by Google

aber auf die abfallenden Teile der Kurven nahe den Bruchstellen. Von Nov./Jan. zu Febr./April nimmt die Übereinstimmung hinsichtlich der Abweichung ab und hinsichtlich der Änderung zu, während von Mai/Juli zu Aug./Okt. die Übereinstimmung sowohl für Abweichung wie Änderung zunimmt, abgesehen von wenigen Abweichungen von diesem Verhalten. Dieses Verhalten zeigt auch die Übereinstimmung der Vorzeichen bei dem Vergleich der Temperaturen des Meeres und von Christiansund, abweichend aber nimmt in diesem Falle die Übereinstimmung der Abweichnng von Nov./Jan. zu Febr./April zu.

Die eingeklammerten Zahlen in Tabelle II, die für den von Meinardus mit besonderem Erfolg gewählten Zeitraum Sept./Jan. als Ausgang des Vergleichs berechnet wurden, lassen erkennen, daß die Temperatur von Christiansund Nov./Jan. mit der Meerestemperatur jenes Zeitraumes weniger gut, aber mit derjenigen von Swinemünde besser übereinstimmt und die größere Stimmigkeit ebenso für das Verhalten der Temperatur von Christiansund und Swinemünde hervortritt. Meinardus hatte für die Stimmigkeit der Gradienten Kopenhagen—Styckisholm (Sept./Jan.) mit der Temperatur von Kopenhagen Nov./Jan. 69 % gegen 89 % im Febr./April gefunden und geschlossen, daß der geringe Grad der Stimmigkeit der gleichzeitigen Temperaturen auf Mitteldeutschland beschränkt sein müsse, für Christiansund aber nicht bestehe, was nach dem vorliegenden Ergebnis nicht zutreffen dürfte.

Die Temperaturprognose.

Die Prozentwerte der Erhaltung bzw. der Wiederkehr des Vorzeichens der Abweichung oder der Änderung in einem nachfolgenden Zeitraum stellen zugleich den Prozenterfolg von Prognosen dar, die auf einen warmen oder kalten bzw. auf einen wärmeren oder kälteren Zeitraum im Vergleich zum Vorjahre ausgegeben wird. Um die Ergebnisse von Meinardus für die vier Küstenstationen zu prüfen, wurde die Übereinstimmung der Vorzeichen der Abweichung und der Änderung (von Jahr zu Jahr) der Temperatur von Christiansund im Mittel des Zeitraums Nov./Dez. mit denen der vier Küstenorte im folgenden Januar, Februar und März sowie mit dem Mittelwert Jan./März berechnet, und es ergab sich die folgende Übereinstimmung:

Tabelle III.
Prozentübereinstimmung mit Christiansund November/Dezember 1876/1906.

	Im Vorzeichen der Abweichung				Im Vorzeichen der Änderung von Jahr zu Jahr				*)
	Borkum	Hamburg	Swinemünde	Memel	Borkum	Hamburg	Swinemünde	Memel	
Januar	62	61	58	58	56	60	56	73	61
Februar	61	61	64	67	56	60	68	59	73
März	64	66	72	68	63	66	69	64	75
Januar—März	64	61	61	65	69	71	69	73	82

*) Mittel aus Bremen, Berlin, Königsberg 1861/96 nach Meinardus. (Vgl. Fußnote [1]) auf S. 334.)

Diese Prozenterfolge sind kleiner als die von Meinardus für 1861/96 für Berlin, Bremen, Königsberg gefundenen Werte. Eine bessere Übereinstimmung ergibt sich auf Grundlage der Christiansund-Temperatur Nov./Jan. für das folgende Quartal Febr./April, in dem wir der folgenden Tabelle IV unter B die Erfolgprozente 73 bis 77 entnehmen.

Tabelle III läßt hinsichtlich des Erfolges kaum einen Unterschied zwischen den auf die Abweichung und den auf die Änderung basierten Prognosen erkennen; der März hat meist höhere Prozenterfolge als die anderen Monate, worauf aber kein Wert gelegt werden kann. Charakteristisch ist aber das Verhalten der Mittelwerte für Jan./März, daß diese für die relative Prognose erheblich größer als das arithmetische Mittel aus den drei Monatswerten und zum Teil größer als jeder einzelne Monatswert sind, was auch von Meinardus bemerkt worden ist, während jene Mittel sich bei der absoluten Prognose den arithmetischen Mittelwerten sehr nähern; bei der relativen Prognose tritt die

Digitized by Google

Erhaltungstendenz bei der Zusammenfassung mehrerer Monate in geringerem Grade durch die Zufälligkeiten der Monatswerte getrübt hervor, als dies bei der absoluten Prognose der Fall ist. Ein solches Verhalten dürfte daher durch die Erhaltungstendenz hervorgerufen werden und somit umgekehrt ein Kennzeichen für deren Vorhandensein abgeben.

Tabelle IV.

A. Prozentübereinstimmung mit der Temperatur des Meeres im nächsten Quartal.

Temperatur von	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.
	im Vorzeichen der Abweichung				im Vorzeichen der Änderung			
Christiansund	53 (61)	58	65	20	61 (55)	67	64	53
Borkum . . .	47	52	65	43	65	52	62	60
Hamburg . .	51	48	61	48	60	52	62	62
Swinemünde .	55 (59)	63	65	45	57 (45)	67	60	70
Memel	57	54	63	61	56	69	56	52

B. Prozentübereinstimmung mit der Temperatur von Christiansund im nächsten Quartal.

Temperatur von	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.	Nov./Jan.	Febr./April	Mai/Juli	Aug./Okt.
Christiansund	58 (61)	55	53	31	73 (81)	59	55	48
Borkum . . .	58	53	60	52	77	52	57	53
Hamburg . .	58	50	58	43	73	58	62	57
Swinemünde .	61 (66)	58	53	52	77 (71)	72	57	55
Memel	61	68	68	52	74	69	65	50

(Die Klammergrößen beziehen sich auf IX./I. als Ausgang und den Vergleich mit III./IV.)

Da in Tabelle I für die Temperaturen an der deutschen Küste eine Erhaltungstendenz analog derjenigen der Temperatur des Meeres und von Christiansund hervortritt, so liegt der Gedanke nahe, daß eine Temperaturprognose nach Art derjenigen von Pettersson und Meinardus auch auf die vorangehenden Temperaturen eines und desselben Ortes gestützt werden könnte. Wir haben also dreierlei Temperaturprognosen, von denen wir die letzte Art kurz Lokalprognosen, dagegen die auf die Temperatur von Christiansund gestützten Christiansundprognosen, und diejenigen auf Grundlage der Meerestemperaturen Meeresprognosen nennen wollen. Um den Wert dieser dreierlei Prognosen an der Hand der hier verarbeiteten Beobachtungen gegeneinander abzuwägen, wurde Tabelle II dahin erweitert, daß für die Quartaltemperaturen des Meeres und von Christiansund ihre Zeichenübereinstimmung hinsichtlich der Abweichung und der Änderung mit den vier Küstenstationen auch in dem zweit- und dem drittfolgenden Quartal berechnet wurde; diese erweiterte Tabelle IV gab dann die Erfolgprozente der Meeres- und der Christiansundprognose, während die Erfolgprozente der Lokalprognose der Tabelle I entnommen wurden. Durch Differenzbildung wurde hieraus die Tabelle V gewonnen, die uns den Überschuß der Erfolgprozente der Prognose auf Grund der Meerestemperaturen und der Temperaturen von Christiansund über die Lokalprognose anzeigt, und zwar getrennt nach Abweichung und Änderung für die vier Küstenorte. Die Minuszeichen deuten also die Überlegenheit der Lokalprognose an.

Wir entnehmen der Tabelle:

1. Die absolute Meeresprognose ist fast durchweg schlechter als die absolute Lokalprognose, ausgenommen bei der Prognose für Aug./Okt. von einem der drei vorangehenden Quartale als Ausgang.

2. Die relative Meeresprognose ist auch meist weniger gut als die relative Lokalprognose mit der zu 1 angegebenen Ausnahme.

3. Die absolute Christiansundprognose ist ebenfalls im Nachteil gegen die absolute Lokalprognose, und zwar wesentlich wieder mit derselben Ausnahme.

4. Die relative Christiansundprognose ist der relativen Lokalprognose meist überlegen, abgesehen von der Prognose von Aug./Okt., für Nov./Jan. und Febr./April, wo die Lokalprognose überlegen ist. Neben dem Übergewicht der Prognose für Aug./Okt. von einem der drei vorangehenden Quartale aus, die auch hier wieder hervortritt, ist besonders die größere Zuverlässigkeit der relativen Christiansundprognose von Nov./Jan. auf Febr./April zu nennen.

Digitized by Google

Tabelle V.

Überschuß der Meeres- über die Lokalprognose.

	Abweichung (absolute Prognose)				Änderung (relative Prognose)			
	Orte: Borkum, Hamburg, Swinemünde, Memel							
	Auf Quartal				Auf Quartal			
Nachfolgendes	Nov. Jan.	Febr.-April	Mai Juli	Aug. Okt.	Nov. Jan.	Febr.-April	Mai Juli	Aug. Okt.
I. Quartal .	15 9	—17 13	4 9	—20 4	6 — 4	5 9	4 7	2 2
	—13 0	2 —10	9 4	7 15	—12 2	5 8	7 — 7	18 0
II. .	22 —18	4 3	—25 —23	5 1	—11 —12	8 12	0 —25	6 7
	—18 — 7	4 7	— 8 —24	3 — 2	— 3 6	10 2	17 —11	3 —12
III. .	4 5	—19 —16	—22 —22	10 2	20 23	2 19	8 5	8 — 3
	5 15	—13 — 4	9 —11	5 0	12 4	9 2	13 2	5 — 5
Überschuß der Christiansund- über die Lokalprognose.								
I. Quartal .	— 4 — 2	—16 —11	— 1 6	—11 — 9	6 9	— 5 15	— 1 7	— 9 — 7
	— 7 4	— 3 4	— 3 9	14 6	8 20	10 8	4 2	3 — 2
II. „ .	1 3	7 11	—10 — 8	0 0	— 6 2	5 12	2 — 7	5 — 9
	— 3 11	12 7	7 — 7	5 3	17 6	8 10	5 0	— 2 —10
III. „ .	9 12	—14 — 6	—17 —17	— 6 5	24 19	2 14	—10 — 5	26 2
	8 15	— 1 16	— 5 — 5	10 — 2	13 2	9 2	10 0	4 2

Abgesehen also von der Temperaturprognose für Aug./Okt. in einem der drei vorangehenden Quartale besitzen wir in der Temperatur des Meeres an der norwegischen Küste, gleichviel ob wir ihre Abweichungen von der Normalen oder die Änderungen seit dem letzten Jahr in Betracht ziehen, im ganzen eine schlechtere Grundlage für die Ansage der Temperatur der Orte an der deutschen Küste, als sie uns in den Temperaturen derselben Orte selbst zur Verfügung stehen. Auch die Abweichungen der Temperaturen von Christiansund von den Normalwerten bieten mit jener Beschränkung eine im allgemeinen schlechtere Grundlage. Die beste Grundlage gewähren die Änderungen der Temperatur von Christiansund, abgesehen wesentlich von der Prognose von Aug./Okt. auf die beiden folgenden Quartale. Auffallend durch ihre großen Erfolgwerte, die die Lokalprognose im Mittel um 11 % und die Meeresprognose um 16 % übertrifft, ist die Ansage eines kälteren oder wärmeren Febr./April auf Grund eines gegen das Vorjahr kälteren oder wärmeren Nov./Jan., deren Erfolg wir an der deutschen Küste in dem hier bearbeiteten Zeitraum mit 73 bis 77 % bewertet gefunden haben. Diese relative Prognose vom Vorwinter auf den Vorfrühling, die hier mit dem größten Erfolgprozent hervortritt, ist gerade die von Meinardus untersuchte, während Pettersson die entsprechende absolute, auf die Abweichungen gegründete Prognose im Auge hatte.

Die Erfolgprozente für die Lokalprognose entnehmen wir Tabelle I. Für die Voraussage der gegen das Vorjahr zu erwartenden Änderung der Mitteltemperatur Febr./April auf Grundlage der beobachteten Änderung der Temperatur Nov./Jan. von Borkum, Hamburg, Swinemünde und Memel ergab die relative Lokalprognose für den untersuchten Zeitraum 71 %, 64 %, 69 % und 54 % für diese Orte gegenüber dem auf die Temperaturänderung von Christiansund gegründeten Prognosenerfolg von der Reihe nach 77 %, 73 %, 77 % und 74 %.

Wenn wir es nach allem mit einer starken Erhaltungstendenz der Temperaturverhältnisse über Nordwest- und Mitteleuropa zu tun haben, die im Laufe des Jahres einige im Durchschnitt regelmäßige Störungen erleidet, so muß es ebensogut möglich sein, auf Grundlage der Temperatur eines Ortes von Mitteldeutschland eine Temperaturprognose für Christiansund zu stellen wie umgekehrt, wenn auch zu erwarten steht, daß die erstere Prognose einen geringeren Erfolg haben wird als die letztere. Um diese Folgerung zu prüfen, wurde untersucht,

wie oft das Vorzeichen der Abweichungen und der Änderungen von Swinemünde im Nov./Dez. in den nachfolgenden Monaten Januar bis März und in dem Quartal Jan./März als ganzem mit den Vorzeichen der Abweichungen und der Änderungen der Christiansund-Temperatur übereingestimmt hat. Das Ergebnis findet sich nebst demjenigen der gewöhnlichen umgekehrten gleichartigen Prognose von Christiansund auf Swinemünde nachstehend.

Tabelle VI.
Erfolg der Temperaturprognose von November/Dezember.

	Von Christiansund für Swinemünde		Von Swinemünde für Christiansund	
	Abweichung	Änderung	Abweichung	Änderung
auf Januar . . .	58 %	56 %	55 %	57 %
„ Februar . .	64	68	65	68
„ März . . .	72	69	58	60
„ Januar/März .	61	69	58	67

Der Erfolg dieser Prognosen ist durchweg klein ausgefallen, ist aber für die Prognose von Swinemünde auf die Temperatur von Christiansund nur für März erheblich kleiner, während er in den beiden anderen Monaten und für das Vierteljahr als ganzes nur wenig geringer als für die umgekehrte Prognose ausgefallen ist, so daß jedenfalls die Möglichkeit der umgekehrten Temperaturprognose für Christiansund auf Grundlage von Temperaturbeobachtungen an der deutschen Küste bis zu einem gewissen Grade hervortritt.

Bei der Beurteilung der Prozentwerte der Stimmigkeiten müssen wir im Auge behalten, daß sie zum Teil durch die Festsetzungen über ihre Berechnung beeinflußt werden, wie solche nicht zu vermeiden sind, da es sich nicht allein um zu vergleichende positive und negative Werte, sondern auch um den Wert Null in den zu vergleichenden Reihen handelt, und es gewiß angebracht ist, zu vergleichende geringfügige Werte entgegengesetzten Vorzeichens in besonderer Weise zu berücksichtigen. Die Art der Auszählung der Stimmigkeiten vermag in dieser Weise den Einfluß auszuüben, daß 50 % nicht genau den Wert darstellt, der völligen Indifferentismus anzeigt, und daß die berechneten Werte etwas zu hoch oder zu niedrig ausfallen. Einen besseren Einblick in die hier auftretenden Temperaturverhältnisse würde man bei Durchführung der Untersuchung mit Monatsmitteln statt der Quartalsmittel gewinnen, falls die entsprechenden Beobachtungsreihen von einem erheblich längeren Zeitraume zur Verfügung ständen, und man würde dabei auch einen gewissen Einblick in das Wesen der beobachteten Temperaturstörungen gewinnen müssen.

Jedenfalls aber dürfen wir auf Grund der bisherigen Untersuchungen als erwiesen ansehen, daß wir es für Nordwest- und Mitteldeutschland ähnlich wie für die Meerestemperaturen an der norwegischen Küste einerseits mit einer gewissen Erhaltungstendenz der Temperaturabweichungen und der Änderungen der Temperatur von Jahr zu Jahr, und anderseits mit Unterbrechungen der Kontinuität zu tun haben, die zu bestimmten Zeiten des Jahres auftreten und insbesondere die Wirkung ausüben, daß die Temperatur von Jahr zu Jahr ganz überwiegend abwechselnd steigt und sinkt. Als erwiesen darf ferner angesehen werden, daß die Temperatur der Meeresoberfläche an der norwegischen Küste eine große Übereinstimmung mit jenen Schwankungen besitzt, teilweise aber auch Verhältnisse aufweist, die von denen der Lufttemperaturen abweichen, und daß die Lufttemperatur an der norwegischen Küste mehrfach besser mit der Temperatur Mitteleuropas in ihrem Verhalten übereinstimmt als jene Meeresoberflächentemperatur. Hier möge noch angeführt werden, daß aus Tabellen, die Meinardus[1]) gegeben hat, eine Abhängigkeit jener Meeresoberflächentemperatur

[1]) Meinardus: »Periodische Schwankungen der Eistrift bei Island.« Ann. d. Hydr. usw. XXXIV. J., 1906.

Digitized by Google

an der norwegischen Küste von dem Eisvorkommen bei Island zu entnehmen ist, wie Brennecke[1]) eine solche für die Lufttemperatur von Bodö gezeigt hat, wärend die Lufttemperaturen von Greenwich und Kopenhagen kaum einen Unterschied für die Mitteltemperaturen einer Reihe von Perioden mit Eisreichtum und solcher mit Eisarmut bei Island zu erkennen geben, so daß also hier ein bestimmter Fall vorliegt, wo jene Meeresoberflächentemperatur ein besonderes, von dem der Temperatur über Nordwest- und Mitteleuropa abweichendes Verhalten aufweist.

Dieses Ergebnis zwingt uns die Überzeugung auf, daß die Schwankungen der Temperatur des Golfstromes nicht direkt die Ursache der Erscheinung sein können, sondern daß wir es mit einer Erhaltungstendenz der Luftdruckverteilung, der Wetterlage, samt deren mehr oder weniger regelmäßigen, in längeren Beobachtungsreihen so scharf hervortretenden Unterbrechungen zu tun haben. Daß die Luftdruckverteilung im März/April eine sehr große Ähnlichkeit mit derjenigen des vorangehenden November/Januar, also in demjenigen Falle besitzt, wo die Erhaltungstendenz bei weitem am schärfsten hervortritt, hat Meinardus[2]) gezeigt, indem er die mittleren Luftdruckverteilungen für diese beiden Zeiträume aus solchen aufeinander folgenden Einzelfällen berechnete, wo die Luftdruckunterschiede Kopenhagen/Styckisholm das eine Mal durch große und das andere Mal durch besonders kleine Werte ausgezeichnet waren. Wir begegnen an dieser Stelle auch dem Ergebnis, daß die Luftdruckdifferenzen von Zentraleuropa und Westsibirien in der Regel von Jahr zu Jahr mit der Differenz Kopenhagen/Styckisholm gleichsinnig verlaufen.

Nach Meinardus würde die Erhaltung der Wetterlage samt ihren charakteristischen Unterbrechungen auf einer Wechselwirkung zwischen der Luftdruckverteilung und der Temperatur des Golfstromes beruhen, und der Hauptsache nach dem letzteren zufallen. Bei erhöhter Temperatur des Golfstromes nimmt die Tiefe der die Zirkulation über dem Nordatlantik unterhaltenden Depression bei Island zu, die wachsende Windstärke beschleunigt den Golfstrom, so daß auf der Ostseite des Ozeans die Temperatur des Golfstromes steigt, also die Depression noch weiter an Tiefe zunimmt und somit für die Erhaltung der Druckverteilung zunächst gesorgt wird; anderseits aber beschleunigt die verstärkte Zirkulation auch die polaren Strömungen auf der Westseite des Nordatlantik, so daß dem Golfstrom auf jener Seite kälteres Wasser zugeführt wird, das im Laufe der Zeit, nach der Westküste Europas vordringend, eine Abnahme der Depression herbeiführt und somit schließlich eine Wandlung der Druckverteilung verursacht. Führt man diesen Gedanken fort, so würde die darauf nachlassende Kraft der Zirkulation der Luft allmählich den Zufluß des kalten Wassers im Westen des Ozeans verringern, die Temperatur des Golfstromes würde an unserer Küste wieder steigen, die Depression sich wieder von neuem vertiefen usw. Die verstärkte Zirkulation führt uns aber in verstärktem Grade ozeanische Luft herbei, so daß in der kalten Jahreszeit der Parallelismus zwischen dem Gang der Meerestemperaturen und der Temperatur von West- und Mitteleuropa erklärt sein würde; an einer Stelle glaubt Meinardus[3]) aus dem Vergleich der Gradienten Kopenhagen/Styckisholm den Beweis zu führen, daß in der Äußerung der vermehrten oder verminderten Wasserbewegung auf die Temperatur bzw. auf die Eisverhältnisse eine Verspätung von mehreren Monaten eintrete, wodurch eben die Möglichkeit einer Prognose für die beiden Seiten des Atlantik gegeben sei.

Eine ganz andere Auffassung vertritt Pettersson,[4]) der dem Meere eine mehr selbständige Rolle bei dem offenkundigen Zusammenhang zwischen Luft-

[1]) Brennecke: »Beziehungen zwischen der Luftdruckverteilung und den Eisverhältnissen des Ostgrönländischen Meeres.« Ann. d. Hydr. usw. XXXII. J., 1904.

[2]) Meinardus: »Über einige meteorologische Beziehungen zwischen dem Nordatlantischen Ozean und Europa im Winterhalbjahr.« Met. Zeitschr. XV. (XXXIII.) Bd., 1898.

[3]) Meinardus: »Über Schwankungen der nordatlantischen Zirkulation und ihre Folgen.« Ann. d. Hydr. usw. XXXII. J., 1904.

[4]) Pettersson: »Über die Wahrscheinlichkeit von periodischen und unperiodischen Schwankungen in dem Atlantischen Strom und ihre Beziehungen zu meteorologischen und biologischen Phänomenen.« Ur Svenska Hydrogr. Biolog. Kommissionens Skriftern II. 1905.

Digitized by Google

druck und Temperatur zuweist. Nach Pettersson bildet die Eisschmelze in den Polargebieten, und ganz besonders in der Antarktik, die Ursache der Erscheinung, indem sie im Ozean ein Ebbe- und Flutphänomen und gleichzeitig im Südsommer in der Atmosphäre der südlichen Halbkugel eine ähnliche Flutwelle hervorruft, die sich nach nördlichen Breiten fortpflanzt. Zusammen mit jenen Eisschmelzgebieten bilden die Furchen niedrigen Drucks, die wir längs der Eisränder über den wärmeren Meeresgebieten antreffen, die hauptsächlichsten Aktionsgebiete, zu denen das zwischen ihnen gelegene Aktionszentrum, wo die Wärme aufgespeichert wird, das die Zirkulation unterhält, hinzutritt. So führt Pettersson die jährliche Periodizität in den meteorologischen und hydrographischen Phänomenen auf eine gemeinschaftliche Ursache, nämlich den Effekt der Sonnenstrahlung, und die unperiodischen Änderungserscheinungen auf Schwankungen der Sonnenintensität zurück; Pettersson schreibt dem Übergang aus dem festen in den flüssigen Zustand die größten hydrographischen Veränderungen und eine entsprechende Rolle zu, wie sie dem Übergang des Wassers aus dem dampfförmigen in den flüssigen Zustand und umgekehrt für die meteorologischen Veränderungen zukomme. Eine Verspätung in dem Verlauf der Meerestemperaturen (Papey und Thorshavn, 1880/89) gegen den Gang der Gradienten Kopenhagen—Styckisholm vermag Pettersson aus einer Nebeneinanderstellung nicht zu erkennen.

Dieses von Pettersson gelehrte rhythmische Pulsieren des Meeres und der Luft, das durch die Eisschmelze in den Polargebieten hervorgerufen werden soll, enthält aber des Hypothetischen zur Zeit wohl noch zu viel, um als eine befriedigende Erklärung der Erscheinung angesehen werden zu können. Die von Meinardus betonte Wechselwirkung zwischen den Meerestemperaturen und der Druckverteilung vermag aber auch erst dann als eine ausreichende Erklärung angesehen zu werden, wenn der Nachweis vorliegt, daß sich jene Erhaltung der Meeresoberflächentemperaturen mit ihren typischen Unterbrechungen in der einen oder anderen Weise bestimmt folgern lasse, und daß anderseits die beobachteten Unterschiede der Meerestemperaturen in ihrer Wirkung ausreichen, um Unterschiede in der Luftdruckverteilung hervorzurufen, wie sie uns in den Mittelwerten der Luftdruckunterschiede sowie in den Karten der Luftdruckverteilung verschiedener Perioden hervorgetreten sind. Verfasser neigt der Ansicht zu, daß neben jener von Meinardus gelehrten Wechselwirkung von Luftdruckverteilung und Meerestemperatur eine mächtigere, von uns noch nicht ergründete höhere Ursache die Erhaltung sowie die periodische Unterbrechung oder wohl richtiger Wandlung der Luftdruckverteilung hervorruft und damit zugleich die Parallelität der Meeres- und Lufttemperaturen zur Folge hat.

Die Frage nach der Ursache der hier behandelten Erscheinungen ist zur Zeit noch als eine offene zu betrachten und erfordert insbesondere eine genaue Untersuchung der Temperaturverhältnisse des Nordatlantischen Ozeans, um die nötige Grundlage zu beschaffen. Es handelt sich dabei um eine Frage von großer Tragweite, so daß die Wissenschaft denjenigen Männern, die seit Jahren an der Vorbereitung zu einer systematischen Erforschung des ganzen nordatlantischen Gebiets tätig sind, zu dem allergrößten Dank verpflichtet sein muß.

Digitized by Google

Höhe, Richtung und Geschwindigkeit der Strömungen im Suezkanal.

Bis Ende des Jahres 1887 hatte der Suezkanal mit Ausnahme der die verschiedenen Seen durchschneidenden Strecken und der Krümmungen, eine Sohlenbreite von 22 m, eine Wasserspiegelbreite von 60 m und eine Sohlentiefe von 8 m unter dem mittleren Wasserstande bzw. 9 m auf 86 km Kanallänge. Der Profilinhalt betrug demgemäß 320 qm zwischen Port Said und den Bitterseen, 360 qm zwischen diesen und Port Thewfik (Suez), bei jedem der 7 einfachen Wechselplätze 40 qm mehr.

Die nach Ende des Jahres 1887 vorgenommenen Verbesserungen, bestehend in einer Vertiefung bis 9 m und einer Verbreiterung bis 37 m in der Kanalsohle, sind mit Ende des Jahres 1903 beendet worden, wodurch der Profilinhalt auf 459 qm gebracht ist. In Aussicht genommen ist eine endgültige Tiefe von 10 m und eine Sohlenbreite von 65 m zwischen Port Said und den großen Bitterseen, bzw. 75 m zwischen diesen und Suez. Die Wasserstände des Kanals werden durch die des Mittelländischen und Roten Meeres beherrscht und durch die großen dazwischen belegenen Seen (See Timsah, Große und Kleine Bitterseen) geregelt, außerdem durch den Kanalprofilinhalt beeinflußt.

Die in dem Zeitraum seit der Eröffnung des Suezkanals am 17. November 1869 bis Ende des Jahres 1887 bezüglich der Kanalwasserstände angestellten Beobachtungen geben im Vergleich mit denen nach dem Ende des Jahres 1887 einen Anhalt dafür, welche Veränderungen die Strömungen infolge des vergrößerten Kanalprofils erlitten haben bzw. bei weiterer Vergrößerung noch erleiden werden.

Die Windrichtung hat bis zu einem gewissen Maße auf die Höhe der Gezeiten der beiden Meere bei Port Said und Suez Einfluß. Die Windrichtung zu Port Said ergibt die folgende Tabelle:

Anzahl Tage.

Monate	N	NW	W	SW	S	SO	O	NO
Januar, Februar, März	9	14	15	19	7	5	8	13
April, Mai, Juni	33	23	7	2	2	3	6	15
Juli, August, September	37	35	8	5	2	1	0	4
Oktober, November, Dezember	18	14	11	20	9	3	4	13
Zusammen	97	86	41	46	20	12	18	45

In dem Mittelländischen Meer bei Port Said ist während der 6 Sommermonate April—September die herrschende Windrichtung N und NW; die Windstärke in der Regel des Tages zunehmend bis 6 m p. Sek., von 5h N. bis Mitternacht abnehmend, bis 5h V. gering und dann wieder zunehmend; während der 6 Wintermonate Oktober—März der Wind in Richtung und Stärke unbeständig, die N- und NW-Winde wachsen oft in den Monaten Dezember, Januar und Februar zum Sturm an; dann folgen an Häufigkeit die W- und SW-Winde bzw. die NO-Winde, deren Stärke selten mehr als 11 m p. Sek. beträgt.

In dem Roten Meer bei Suez ist Windrichtung und Windstärke während des ganzen Jahres nahezu wie in Port Said.

Die Hafenzahl ist:

in Port Said . . . 10h 10', in Suez . . . 11h 55'.

Die höchste Tide tritt in der Regel ein:

in Port Said am Tage von Voll- und Neumond,
« Suez $1^1/_2$ Tage nach Voll- und Neumond.

Die niedrigste Tide tritt in der Regel ein:

in Port Said am Tage des ersten und letzten Viertels,
« Suez $1^1/_2$ Tage nach dem « « « Viertel.

Digitized by Google

Die Ergebnisse der Beobachtungen der Gezeiten des Mittelländischen Meeres bei Port Said und des Roten Meeres bei Suez zeigt folgende Tabelle:

	Höhe in Meter über Null	
	des Mittelländ. Meeres	des Roten Meeres
Mittlerer jährlicher Wasserstand	18.30	18.26
« Hochwasserstand der Springfluten	18.49	18.98
« « « toten Fluten	18.39	18.68
« Niedrigwasserstand « Springfluten	18.09	17.52
« « « toten Fluten	18.21	17.82
Flutgröße der Springfluten	0.40	1.46
« « toten Fluten	0.18	0.86
Höchster Wasserstand	18.92	19.52
Niedrigster «	17.60	16.96
Bei Springfluten steigt das Wasser während	6.5 Std.	6.17 Std.
« « fällt « « «	6.20 «	6.8 «
Bei toten Fluten steigt das Wasser während	5.55 «	6.20 «
« « « fällt « « «	6.30 «	6.5 «
Mittlerer Seestand in den 6 Sommermonaten	18.40 m	18.10 m
« « « « 6 Wintermonaten	18.20	18.50

Figur 1 zeigt die mittlere Kurve der Springfluten im Roten Meere bei Suez.

Fig. 1.

Wenn auch Höhe und Geschwindigkeit des Wassers im Suezkanal mit den Wasserständen des Mittelländischen und Roten Meeres im engsten Verband stehen, so wird doch im allgemeinen die Kanalstrecke Port Said—See Timsah von dem Mittelländischen Meer mit geringen Unterschieden in Höhe und Geschwindigkeit, die Kanalstrecke Suez—Südende Kleine Bitterseen von dem Roten Meer mit verhältnismäßig großen Unterschieden in Höhe und Geschwindigkeit beherrscht, während in der Strecke See Timsah—Südende Kleine Bitterseen mit Ausnahme der beiderseitigen Mündungen nahezu keine Unterschiede bestehen.

Die mittleren Kanalwasserstände während der Springfluten vor 1887 sind in Fig. 2 dargestellt.

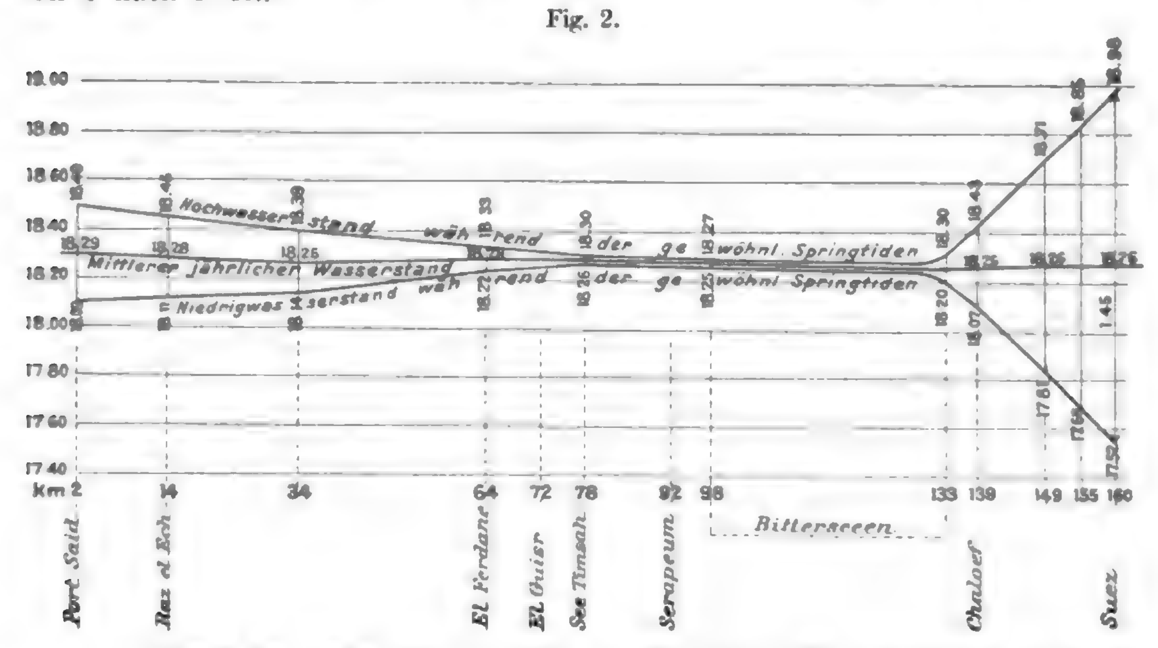
Aus den bezüglich Richtung und Geschwindigkeit des Stromes im Kanal mit 22 m Sohlenbreite und 8 m Tiefe angestellten Beobachtungen ist folgendes zu entnehmen:

Im allgemeinen ist während der Monate Juni bis November der mittlere Stand des Mittelländischen Meeres höher als der des Roten Meeres und in den

Digitized by Google

Monaten Juli, August und September selbst 0.36 bis 0.40 m. Die herrschende Stromrichtung im Kanal ist dann von Port Said nach den Bitterseen und von diesen nach Suez, also in beiden Strecken von N nach S. Während der Monate Dezember bis Mai dagegen ist der mittlere Stand des Mittelländischen Meeres niedriger als der des Roten Meeres und in den Monaten Dezember, Januar und Februar 0.25 bis 0.30 m, so daß die herrschende Stromrichtung im Kanal dann von S nach N ist.

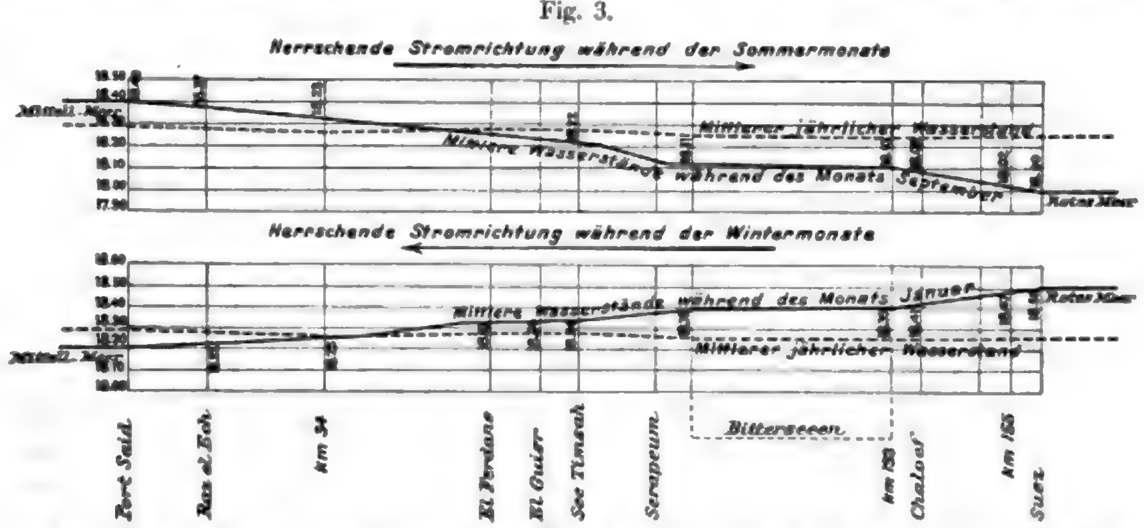
Fig. 2.



In Fig. 3 ist außer diesen mittleren jährlichen Wasserständen noch der mittlere Wasserstand in den Monaten Januar und September dargestellt.

Die Stromgeschwindigkeit in der Strecke Port Said—El Ferdane, beherrscht durch die Stände des Mittelländischen Meeres, ist bei Flut von N nach S

Fig. 3.



0.3 bis 0.6 m p. Sek., bei Ebbe von S nach N 0.3 bis 0.55 m p. Sek. Die Geschwindigkeit ist am größten während des Flutstroms in den Monaten Juli, August und September mit den herrschenden N- und NW-Winden (0.45 bis 0.60 m p. Sek.), und während des Ebbestroms in den Monaten Dezember, Januar und Februar mit den herrschenden W- und SW-Winden (0.50 bis 0.55 m p. Sek.).

In der Strecke El Ferdane—See Timsah ist die Stromgeschwindigkeit durch den Einfluß des geringen täglichen Wechsels des Wasserstandes in dem See Timsah verringert, und beträgt bei El Guisr (km 72) während der Sommermonate Mai—November in der Regel bei Flutstrom im Mittel 0.17 m bis 0.25 m p. Sek.

Digitized by Google

und bei Ebbestrom im Mittel 0.06 bis 0.10 m p. Sek. An einzelnen Tagen der Monate August und September nimmt die Geschwindigkeit der Flut während kräftiger N-Winde bis 0.45 bis 0.50 m p. Sek., und die der Ebbe an einzelnen Tagen der Monate Januar und Februar während starker S-Winde bis 0.40 bis 0.45 m p. Sek. zu.

Im See Timsah ist nur bei den beiderseitigen Kanalmündungen einige Geschwindigkeit beobachtet.

Zwischen See Timsah und den Großen Bitterseen ist die Geschwindigkeit im Kanal in der Regel gering. Durch den Einfluß des Windes entsteht in den Monaten Mai bis September eine Strömung von N nach S mit 0.11 bis 0.12 m p. Sek. und höchstens 0.25 m p. Sek., in den Monaten November bis Mai eine Strömung von S nach N mit 0.08 bis 0.09 m p. Sek. und höchstens 0.10 m p. Sek. An einzelnen Tagen ist die Geschwindigkeit jedoch größer, nämlich im Sommer während kräftiger N-Winde von N nach S bis 0.45 bis 0.50 m p. Sek. und im Winter während heftiger S-Winde von S nach N mit 0.40 bis 0.50 m p. Sek. Keine Geschwindigkeit ist bei dem nördlichen Leuchtfeuer der Großen Bitterseen, wie im Südende der Kleinen Bitterseen.

In der Kanalstrecke Kleine Bitterseen—Suez ist die von der verhältnismäßig großen Flutgröße des Roten Meeres beherrschte Stromgeschwindigkeit größer als in der Kanalstrecke Bitterseen—Port Said. Die Maximalgeschwindigkeit des nördlichen Flutstromes beträgt bei Springfluten in den Monaten Mai und November 0.80 bis 0.90 m p. Sek. und in den Monaten Januar und Februar 1.15 bis 1.35 m p. Sek., die des südlichen Ebbestroms in den Monaten Mai und November 0.75 bis 0.80 m p. Sek. und in den Monaten Juli und August 1.20 m bis 1.25 m p. Sek. Außerhalb der Kanalmündung bei Suez ist keine Geschwindigkeit beobachtet worden.

Weitere Beobachtungen über Richtung und Geschwindigkeit der Strömungen fanden nach dem Jahre 1887 in dem vergrößerten Kanalprofil auf der Strecke Bitterseen—Suez statt. Eine Vergleichung der Beobachtungen vor und nach dieser Vergrößerung ergibt folgendes:

In der vergrößerten Kanalstrecke war der mittlere höchste Wasserstand 0.145 m niedriger, und der mittlere niedrigste Wasserstand 0.055 m höher als die mittleren höchsten und niedrigsten Wasserstände des Roten Meeres bei Suez. In der nicht vergrößerten Kanalstrecke waren diese Unterschiede 0.225 m niedriger und 0.19 m höher. In dem vergrößerten Kanal stieg also die Flut höher und fiel die Ebbe tiefer als wie in dem nicht vergrößerten Kanal, wogegen die Geschwindigkeit des einströmenden Flutwassers und des ausströmenden Ebbewassers in dem vergrößerten Kanal mit 37 m Sohlenbreite geringer als in dem ursprünglichen Kanal mit 22 m Sohlenbreite war.

Aus diesen Beobachtungen kann abgeleitet werden, daß in dem nunmehr in der ganzen Länge vergrößerten Kanal (37 m Sohlenbreite, 9 m Tiefe) die Geschwindigkeit des Stromes bei Flut und bei Ebbe geringer als vor der Vergrößerung ist, sowie daß bei der weiteren in Aussicht genommenen Vergrößerung des Kanalprofils bis auf 65 m bzw. 75 m Sohlenbreite und 10 m Wassertiefe dieser Unterschied noch zunehmen, und der Wasserstand des Kanals und vielleicht auch der in den Bitterseen, bei Flut höher steigen und bei Ebbe niedriger fallen wird als wie jetzt der Fall ist. A. v. H.

(Nach der Tydschr. v. h. Kon. Inst. v. Ingenieurs 1902/03, I. Lfg.)

Digitized by Google

Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen.

Von S. Mars, Ass. a. d. Filialabteilung des Königl. Niederl. Meteor. Inst. zu Amsterdam.

Unter diesem Titel schreibt Herr Schiffsoffizier Raydt, Hamburg-Amerika Linie, in dem Aprilheft dieser Zeitschrift einen Aufsatz, worin er durch Beispiele beweisen will, daß es doch überhaupt nicht nötig ist, gerade die Höhe zur Ermittlung der Standlinie zu berechnen.

Herr de Wijn hat uns bereits in »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 547 u. ff. mit Beispielen gezeigt, daß es mittels des Zwei-Nebenmeridianhöhen-Problems möglich ist, gute Ortsbestimmungen auf See zu bekommen, wenn man die sehr billigen Tafeln von Bossen und Mars[1]) gebraucht.

Da Herr Raydt wohl unbekannt ist mit der holländischen Tafel, so empfiehlt er die teureren »Davis' Exmeridian Tables«. Wenn er sich bewußt war, wieviel die »Bossen und Mars-Tafel« leisten kann, dann würde er mit Herrn de Wijn sagen, daß die holländische Tafel für den praktischen Gebrauch an Bord alle auf diesem Gebiete bisher veröffentlichten Tafeln nicht nur in großer Genauigkeit, sondern auch in größerer Erweiterung der Breite, der Deklination, des Stundenwinkels und des Azimuts übertrifft. Wie kann es denn doch möglich sein, daß eine so hervorragende Arbeit den deutschen Seeleuten unbekannt geblieben ist? Die Ursache ist vielleicht nicht weit zu suchen. Herr Dr. O. Fulst hat diese Tafel in den »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 87, besprochen und am Schluß geschrieben: »Nach alledem glaube ich, der — übrigens sehr gut ausgestatteten — Tafel wenigstens in Deutschland keine große Verbreitung in Aussicht stellen zu können.« Warum kann Herr Fulst der holländischen Tafel keine große Verbreitung in Aussicht stellen in Deutschland? Weil es dem Herrn Rezensenten scheinen will, als ob eine Berechnung der entsprechenden Aufgabe mittels der in Deutschland gebräuchlichen Formeln, z. B. der Formel

$$\sin\frac{u}{2} = \operatorname{sem} t \cdot \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \operatorname{cosec}\frac{z+m}{2} \qquad [m = \varphi - \delta],$$

mindestens ebenso schnell möglich ist, wobei diese Art der Berechnung noch den großen Vorteil gewährt, daß sie keine besondere Tafel erfordert.

In seinem Aufsatz hat Herr de Wijn auf Seite 548 »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 diese Meinung bestritten und Beispiele aus der Praxis gegeben, woraus folgt, daß diese Tafeln wirklich eine sehr große Erleichterung zur Berechnung des Nebenmeridianbreite-Problems schaffen. Wenn ein praktischer Nautiker so ein günstiges Urteil über die Einrichtung der holländischen Breitentafeln gegeben hat, so scheint uns das ungünstige Urteil des Herrn Dr. Fulst über die Einrichtung hierdurch aufgehoben zu sein. Herr de Wijn schreibt: »Ich lasse hier einige der Praxis an Bord entnommene Beispiele folgen, zur Beurteilung der Resultate mittels des Zwei-Nebenmeridianhöhen-Problems, berechnet mit den Tafeln von Bossen und Mars, und bitte, den geringen Unterschied zu beachten zwischen dieser Ortsbestimmung und der durch Landpeilungen erhaltenen.

Jeder unbefangene praktische Navigator wird wenigstens sehr zufrieden sein mit dem erreichten Resultat, und ihm wird die ganz einfache und doch genaue Bestimmung des Schiffsortes doppelt angenehm sein, und dies wird hoffentlich eine nähere Bekanntschaft mit den Tafeln, mittels welcher er so schnell und ohne Mühe den Schiffsort bestimmen kann, zur Folge haben.«

In den Jahren 1899 bis 1902 erschienen in der holländischen Zeitschrift »De Zee« von der Feder des bekannten holländischen Nautikers D. Mars, anläßlich des Kampfes zwischen den Anhängern der Methoden Marcq St. Hilaire und Sumner, eine Reihe Abhandlungen, in welchen er auf mathematischer Grundlage und mit vielen Beispielen bewies, daß auf der Grenze, wo die Standlinie,

[1]) Zeevaartkundige Tafelen voor Circum-Meridiaan-Waarnemingen met toepassing op de plaatsbepaling door hoogtelijnen (Breedte 0°—75°, declinatie 0°—78°, uurhoek 0h—2h, azimuth 0°—36°) door P. Bossen en D. Mars. P. Noordhoff, Groningen 1904. ℳ 3.75.

Digitized by Google

gezogen durch den Längenpunkt, nicht mehr durch den wahren Schiffsort geht, die Standlinie, gezogen durch den Nebenmeridianbreitenpunkt, jetzt durch den wahren Schiffsort geht. Das war also ein wichtiges Resultat, da die zwei alten Methoden, d. h. die Stundenwinkelberechnung und die Nebenmeridianbreitenberechnung hinreichend sind für die richtige Lösung des Zweihöhen-Problems.

Herr Raydt sagt auf Seite 164: »Sowohl die Berechnung des Punktes A (Breitepunkt) als die des Punktes B (Längepunkt) ist bedeutend einfacher als die Berechnung des Punktes C (Höhepunkt). Bei Höhen in der Nähe des Meridians (Azimut 0°—20°) berechnet man den Punkt A mit Hilfe irgend einer Breitentabelle durch einfaches Interpolieren.

Bei allen anderen Höhen berechnet man Punkt B nach der Stundenwinkelformel.«

Wäre Herr Raydt mit den holländischen Tafeln bekannt, dann hätte er nicht geschrieben, daß er immer den Punkt A berechnet, wenn das Azimut zwischen 0°—20° liegt. In dem obengenannten Aufsatze hat Herr D. Mars auf mathematischer Grundlage bewiesen, daß es Fälle gibt — auch in der Praxis —, bei denen die Standlinie bei einem Azimut von 10° durch den Längenpunkt gezogen werden muß, und auch Fälle derart, daß bei einem Azimut von 36° die Lage der Standlinie durch den Punkt A noch richtig ist. Siehe Tabellen III und IV. Herr Dr. Fulst sagt in seiner Besprechung der holländischen Tafeln: »Wer in den letzten Jahren die holländische nautische Literatur, besonders die Publikationen in nautischen Zeitschriften verfolgt hat, dem wird es nicht entgangen sein, daß darin die Nebenmeridianbreite eine ganz hervorragende Rolle gespielt hat. Es mag das umsomehr überraschen, als dieselbe Aufgabe von verschiedenen deutschen Autoren als selbständige Aufgabe vollständig verworfen worden ist. Dieser Gegensatz in der Auffassung ist außerordentlich interessant, um so interessanter, als bei beiden Parteien die Standlinien den Ausgangspunkt der Deduktionen bildeten.

Als vor einigen Jahren in den nautischen Kreisen Deutschlands die Begeisterung für die Höhenmethode ihren Höhepunkt erreicht hatte, ging man teilweise so weit, die Höhenmethode zur Universalmethode der nautischen Astronomie zu erheben; die Gemäßigteren erkannten der Nebenmeridianbreite keine Existenzberechtigung mehr zu, die Radikalen wollten selbst für die Chronometerlänge keine besondere Formel mehr gelten lassen. Allgemeiner Zustimmung hat sich bisher keine dieser Anschauungen zu erfreuen gehabt; das beklagenswerte Resultat dieser Strömungen ist nur eine größere Ungleichförmigkeit in den Methoden mehrerer Schiffsoffiziere.«

Auch in Holland hatten sich zwei Parteien gebildet. Die Kriegsmarineoffiziere waren der Meinung zugetan, daß die Höhenmethode alle bisherigen Methoden ersetzen kann, so daß man ruhig Chronometerlänge und Nebenmeridianbreite über Bord werfen könnte. Es wäre vielleicht auch so geworden, wenn nicht Herr D. Mars im Jahre 1899 seine Untersuchungen über die Anwendung der Nebenmeridianbreiten-Methode in der holländischen nautischen Zeitschrift »De Zee« zu publizieren begann.

Herr Prof. Dr. G. D. E. Weyer publizierte in den »Ann. d. Hydr. usw.« 1884 und 1885 eine Reihe Aufsätze über die indirekten oder genäherten Auflösungen für das Zweihöhenproblem. Wir können die Lesung dieser Aufsätze sehr empfehlen, besonders die Abhandlung in dem ersten Heft des Jahrganges 1885. Auf Seite 1 sagt Prof. W.: »Weder Lalande noch Sumner erwähnen, daß ihr beständiges Verfahren der Zeitbestimmung ungenau werden muß, wenn eine der Höhen in der Nähe des Meridians ist, oder, genauer ausgedrückt, wenn der Sinus des Azimuts sehr klein wird, weil dann, zufolge der Formel

$$d\,\varphi = -\cos\varphi \cdot \sin Az \cdot d\,t \quad \text{oder} \quad d\,t = -\frac{d\,\varphi}{\cos\varphi \cdot \sin Az}$$

eine kleine Änderung der Breite schon eine sehr große Änderung von t hervorbringt. Dasselbe bezieht sich auch schon auf die Konstruktion der Sumnerschen Linie bei einer Höhe in der Nähe des Meridians (mit kleinem sin Az), wo es viel sicherer ist, mit zwei angenommenen Längen zwei Breiten zu berechnen,

Digitized by Google

als umgekehrt; denn weil die Ortslinien alsdann nahe Ost und West laufen, so gehören zu kleinen Breitenunterschieden sehr große Längenunterschiede.«

Diesem Mangel der Sumnerschen Anweisung wurde auch schon in dem »Lehrb. d. Navig.« von G. E. Tuxen und J. C. Tuxen, Kopenhagen 1858, S. 336, dadurch abzuhelfen gesucht, daß man die Regel einführte, immer zwei angenommene Längen vorzuziehen, wenn das Azimut kleiner als 45° ist.

Prof. Weyer sagt nicht, wann man die Rechnung für die Nebenmeridianbreite ausführen muß, und gibt unbestimmte Anweisungen. Es ist deswegen ein großes Verdienst des Herrn D. Mars, diesen Punkt zur vollen Aufklärung gebracht zu haben.

Auch Prof. W. warnt vor Übertreibungen des Wertes der »neuen Navigation« (Höhenmethode). Er sagt auf Seite 6: »Täuschungen und Übertreibungen des Wertes der „neuen Navigation", welche von Sumners Methode ihren Ursprung nahm, sind übrigens auch schon vorgekommen.« Bei einer empfehlenden Darstellung dieses Gegenstandes im »Nautical Magazine« 1882, S. 172, heißt es betreffs »The new Navigation«: »It may indeed be said that if the time at ship be moderately well kept, and properly corrected for the estimated change of meridian, the problem will serve as a valuable check on the chronometer, using the ships time and D. R. elements; and where the chronometer has broken down, a ship might safely be navigated by the new method.« (!) Prof. Weyer macht dann auch die folgende Bemerkung: »Aus der guten Übereinstimmung der Resultate, ungeachtet der großen und verschiedentlich angenommenen Fehler des geschätzten Schiffsortes, wird nun weiter geschlossen, daß das Problem auch als wertvolle Prüfung des Chronometers dienen kann, wenn nur die Schiffszeit durch Berücksichtigung der Veränderung des Meridians nach der Fahrtrechnung genügend bekannt zu erhalten gesorgt werde; und wo die Benutzung des Chronometers abgebrochen wäre, möchte ein Schiff noch sicher nach der neuen Methode navigiert werden können. (!) Die Frage, wie lange?, ist dabei nicht vom Verfasser besprochen, der wohl etwas übereilt auf dem Wege war, aus der „neuen Methode" nicht in die alte, sondern sogar in die vorchronometrische Zeit zu geraten.«

Der Wert und die Anwendung der Sumnerschen und der Marcq St. Hilaireschen Methode in der nautischen Praxis sind auch von Herrn D. Mars behandelt worden.

Da die Veröffentlichungen von D. Mars in dieser Zeitschrift bisher keine Erwähnung gefunden haben, so glauben wir, daß es für die Leser dieser Zeitschrift und überhaupt für die deutschen Seeleute von Nutzen ist, wenn wir die Resultate der Untersuchungen des Herrn D. Mars und die von Herrn Raydt im Aprilheft dieser Zeitschrift beschriebene Ortsbestimmungsmethode hier näher besprechen. Diese Abhandlung kann dann als eine Fortsetzung der Aufsätze von Prof. Dr. Weyer in den »Ann. d. Hydr. usw.« 1884 u. 1885 betrachtet werden.

Die Nebenmeridianbreitenmethode und die Breitenmethode geben innerhalb der Grenzen $t \overline{\gtrless} 2^h$ und $c < 6° 30'$ denselben Punkt.[1])

Wir haben bereits oben gezeigt, daß man in der Nähe des Meridians die Sumnersche Standlinie unter Anwendung der Stundenwinkelformel nicht genau bestimmen kann, da ein kleiner Breitenfehler schon eine sehr große Änderung von t hervorbringt. Man hat diesem Mangel der Sumnerschen Verfahren dadurch abzuhelfen gesucht, daß man mit der Bestecklänge die Breite berechnete, wenn das Azimut kleiner als 45° ist. So entstand die Längen- und Breitenmethode. Bestimmt man die Standlinie nach der Höhenmethode, dann braucht man sich nur eine Formel und ein Rechenschema fest einzuprägen gegen zwei bei der Längen- und Breitenmethode. Nun ist wohl die Anwendung der Stundenwinkelformel dem Navigateur mehr geläufig als die Berechnung der Höhe, dies kann aber nicht gesagt werden von der Breitenmethode nach sphärischer

---

1) Dieselben Abkürzungen und Zeichen sind benutzt wie in dem »Lehrbuch der Navigation«, herausgegeben vom Reichs-Marine-Amt, Berlin 1906.

Digitized by Google

Trigonometrie. Anders wird es, wenn man in den Fällen, wo die Rechnung für die Breite ausgeführt werden muß, die Nebenmeridianbreitenmethode anwenden darf. Daß die beiden sehr bekannten und dem Seemann geläufigen Methoden, d. h. die Längen- und Nebenmeridianbreitenmethode vollen Anschluß haben, bei der Auflösung des Zweihöhenproblems, wollen wir zeigen.

Wenn x in Bogenmaß ausgedrückt wird, dann kann man schreiben:

$$\sin x = x - \frac{1}{1\cdot 2\cdot 3}x^3 + \frac{1}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4\cdot 5}x^5 - \ldots\ldots$$

$$\cos x = 1 - \frac{1}{1\cdot 2}x^2 + \frac{1}{1\cdot 2\cdot 3\cdot 4}x^4 - \ldots\ldots$$

Setzt man bei kleinem Werte von x, $\sin x = x$ und $\cos x = 1$, dann ist der Fehler für die Sinusfunktion kleiner als für die Kosinusfunktion. Gewöhnlich nimmt man bei kleinem Werte von x für cos x die ersten zwei Glieder und für sin x das erste Glied. Bei größerem Werte von x muß man auch für sin x die ersten zwei Glieder nehmen, was genügend ist für Winkel $< 15°$.

Der Grundgedanke der Nebenmeridianbreitenmethode ist, die Verbesserung (c) zu bestimmen, um welche die Zenitdistanz bei der Beobachtung verkleinert werden muß, um $\varphi - \delta$ oder $\varphi + \delta$ zu bekommen.

Bei oberer Kulmination.

Die Grundgleichung der Ortsbestimmung ist

$$\sin h = \sin\varphi\cdot\sin\delta + \cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos t\,.$$

Setzt man $\sin h = \cos z$ und $\cos t = 1 - 2\sin^2\frac{1}{2}t$, dann erhält man:

$$\cos z = \sin\varphi\cdot\sin\delta + \cos\varphi\cdot\cos\delta - 2\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\sin^2\tfrac{1}{2}t = \cos(\varphi-\delta) - 2\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\sin^2\tfrac{1}{2}t \quad . \; . \; (1)$$

Aus dieser Formel geht hervor, daß $z > \varphi - \delta$ ist.

Da $z - c = \varphi - \delta$, so ist $z = (\varphi - \delta) + c$ und kann man für Formel 1 schreiben:

$$\cos\{(\varphi-\delta)+c\} = \cos(\varphi-\delta) - 2\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\sin^2\tfrac{1}{2}t$$

oder

$$\cos(\varphi-\delta)\cdot\cos c - \sin(\varphi-\delta)\cdot\sin c = \cos(\varphi-\delta) - 2\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\sin^2\tfrac{1}{2}t$$

und

$$\cos(\varphi-\delta)\cdot(1-\cos c) + \sin(\varphi-\delta)\cdot\sin c = 2\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\sin^2\tfrac{1}{2}t$$

oder

$$2\cos(\varphi-\delta)\cdot\sin^2\tfrac{1}{2}c + \sin(\varphi-\delta)\cdot\sin c = 2\cos\varphi\cdot\cos\delta\,\sin^2\tfrac{1}{2}t\,.$$

Setzt man

$$\sin c = c_1 - \frac{c_1^3}{6}\,,\quad 2\sin^2\tfrac{1}{2}t = 2\left(\tfrac{1}{2}t_1 - \frac{\frac{1}{8}t_1^3}{6}\right)^2 = \frac{t_1^2}{2} - \frac{t_1^4}{24} + \frac{t_1^6}{24\times 48}$$

und

$$2\sin^2\tfrac{1}{2}c = \frac{c_1^2}{2} - \frac{c_1^4}{24} + \frac{c_1^6}{24\times 48}$$

wo c_1 und t_1 entsprechend der obigen Reihenentwicklung im Bogenmaß ausgedrückt sind.

Dies können wir setzen solange $c \leqq 15°$ und $\frac{1}{2}t \leqq 15°$ ist, also $t \leqq 30° \leqq 2$ Stunden ist.

Die Glieder mit c_1^6 und t_1^6 können vernachlässigt werden. Wir bekommen dann nach der gewöhnlichen Umformung:

$$c = \frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{\sin(\varphi-\delta)}\cdot\left(\frac{t_1^2}{2} - \frac{t_1^4}{24}\right) - \operatorname{cotg}(\varphi-\delta)\cdot\left(\frac{c_1^2}{2} - \frac{c_1^4}{24}\right) + \frac{c_1^3}{6} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

Da $\operatorname{arc} 1^m = 15\cdot 60\cdot \operatorname{arc} 1''$ ist, so ist

$$t_1 = \frac{t''}{206265''} = \frac{15\cdot 60\,m}{206265}\,,\quad \tfrac{1}{2}t_1^2 = \tfrac{1}{2}\left(\frac{15\cdot 60}{206265}\right)^2\cdot m^2\,,\quad t_1^4 = \left(\frac{15\cdot 60}{206265}\right)^4\cdot m^4$$

und

$$c_1 = \frac{c''}{206265} = \frac{c}{206265}\,.$$

Setzen wir diesem Werte in Formel 2, dann hat man:

$$\frac{c}{206265} = \frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{2\sin(\varphi-\delta)}\cdot\left(\frac{15\cdot 60}{206265}\right)^2\cdot m^2 - \tfrac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{206265}\right)^2\cdot c^2\cdot\operatorname{cotg}(\varphi-\delta)$$
$$+ \tfrac{1}{6}\cdot\left(\frac{1}{206265}\right)^3\cdot c^3 - \frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{24\sin(\varphi-\delta)}\cdot\left(\frac{15\cdot 60}{206265}\right)^4\cdot m^4.$$

Digitized by Google

Hieraus erhält man:

$$c = \frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{2\sin(\varphi-\delta)}\cdot\frac{900^2}{206265}\cdot m^2 - \tfrac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{206265}\right)\cdot c^2\cdot\operatorname{cotg}(\varphi-\delta) + \tfrac{1}{6}\cdot\left(\frac{1}{206265}\right)^2\cdot c^3 - \frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{24\sin(\varphi-\delta)}\cdot\left(\frac{1}{206265}\right)^3\cdot 900^4\cdot m^4$$

oder

$$c = 1.9635''\cdot\frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{\sin(\varphi-\delta)}\cdot m^2 - 0.000002424''\,c^2\cdot\operatorname{cotg}(\varphi-\delta) + 0.000000000003917''\,c^3 - 0.000003115''\cdot\frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{\sin(\varphi-\delta)}\cdot m^4 \quad\ldots (3)$$

wo m in Zeitminuten ausgedrückt ist und c in Bogensekunden erhalten wird.

Da $\frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{\sin(\varphi-\delta)} = \frac{1}{\operatorname{tg}\varphi-\operatorname{tg}\delta}$ ist, kann Formel 3 geschrieben werden

$$c = \frac{1.9635''}{\operatorname{tg}\varphi-\operatorname{tg}\delta}\cdot(m^2 - 0.000001586\,m^4) - 0.000002424\,c^2\cdot\operatorname{cotg}(\varphi-\delta) + 0.000000000003917\,c^3 \quad\ldots (4)$$

Man setzt $\frac{1.9635''}{\operatorname{tg}\varphi-\operatorname{tg}\delta} = C$ und heißt diese Größe Höhenänderung in der nächsten Minute vom oberen Meridian oder Kulminationsekunde. Das erste Glied in der Formel 3 ist die bekannte Verbesserung $(\Delta h) = C\cdot m^2$ und das zweite Glied heißt die zweite Verbesserung, welche bei großen Höhen einen beträchtlichen Wert erreichen kann.

Ist das dritte Glied $< 60''$ dann vernachlässigen wir es. Aus $0.000000000003917\,c^3 = 60''$ folgt, daß dann $c = 23652'' = 6^\circ\,30'$ muß sein, woraus hervorgeht, daß das dritte Glied keinen praktischen Wert hat.

Nimmt man das erste und vierte Glied zusammen, dann erhält man

$$\Delta h = C\cdot(m^2 - 0.000001586\,m^4) - 0.000002424\,c^2\cdot\operatorname{cotg}(\varphi-\delta) \quad\ldots (5)$$

und

$$\varphi-\delta = z - C\cdot(m^2 - 0.000001586\,m^4) + 0.000002424\,c^2\cdot\operatorname{cotg}(\varphi-\delta) \quad\ldots (6)$$

Ist die Abweichung ungleichnamig mit der Breite, dann wird $\varphi+\delta$, und $C = \frac{1.9635''}{\operatorname{tg}\varphi+\operatorname{tg}\delta}$ genommen.

Ist $\delta > \varphi$, dann wird Formel 6.

$$\delta-\varphi = z - C\cdot(m^2 - 0.000001586\,m^4) + 0.000002424\,c^2\cdot\operatorname{cotg}(\delta-\varphi) \quad\ldots (7)$$

Bei unterer Kulmination.

Der Stundenwinkel m_u wird in diesem Falle vom unteren Meridian aus gezählt, so daß $m_u = m - 12^h$ oder $m_u = 12^h - m$ ist. Die Formel

$$\sin h = \sin\varphi\cdot\sin\delta + \cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos m$$

kann geschrieben werden:

$$\sin h = \sin\varphi\cdot\sin\delta - \cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\cos m_u = -\cos(\varphi+\delta) + 2\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\sin^2\tfrac{1}{2}m_u\,.$$

Setzen wir $h = z' - 90^\circ$, also $z' = h + 90^\circ$ = Nadirabstand, dann geht die Gleichung über in

$$\cos z' = \cos(\varphi+\delta) - 2\cos\varphi\cdot\cos\delta\cdot\sin^2\tfrac{1}{2}m_u\,.$$

Ist c_u die Verbesserung um welche z' verkleinert werden muß, um $\varphi+\delta$ zu bekommen, dann findet man nach ähnlichen Umformungen wie bei der oberen Kulmination

$$\varphi+\delta = z' - C_u\,(m_u^2 - 0.000001586\,m_u^4) + \operatorname{cotg}(\varphi+\delta)\cdot 0.000002424\,c^2 \quad\ldots (8)$$

$C_u = 1.9635''\cdot\frac{\cos\varphi\cdot\cos\delta}{\sin(\varphi+\delta)} = \frac{1.9635''}{\operatorname{tg}\varphi+\operatorname{tg}\delta}$ kann aus einer Kulminationsekunde-Tafel entnommen werden, wobei immer der Teil »Abweichung ungleichnamig mit der Breite« zu benutzen ist.

Hiermit ist gezeigt worden, daß die Nebenmeridianbreitenmethode und die Breitenmethode innerhalb der Grenzen $t < 2^h$ und $c < 6^\circ\,30'$ denselben Punkt geben.

Bestimmung der Grenzen der Anwendbarkeit der Nebenmeridianbreitenmethode für die Auflösung des Zweihöhenproblems.

In der Praxis berechnet man die Größe C nicht mit der wahren Breite, sondern mit der gegißten Breite, so daß ein Fehler in der Breite vom Einfluß ist auf diese Größe und dadurch auch auf den Bestimmungspunkt φ_r. In der Folge

Digitized by Google

nennen wir φ_r den Breitenpunkt, λ_r den Längenpunkt und O_{ws} (wahrscheinlichen Schiffsort) den Höhenpunkt (Herr Raydt nennt diesen Bestimmungspunkt A, B und C, vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1908, S. 163).

Setzt man $C = \frac{2}{\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\delta}$, dann ist $\frac{1}{C} = C^{-1} = \frac{\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\delta}{2}$. Differenziert man diese Gleichung unter der Voraussetzung, daß δ konstant ist, so folgt:

$$-C^{-2} \cdot dC = \frac{\sec^2\varphi \cdot d\varphi}{2} \quad \text{also} \quad dC = -\frac{C^2 \cdot \sec^2\varphi \cdot d\varphi}{2}.$$

Drückt man $d\varphi$ in Bogensekunden aus, dann hat man

$$dC = -\frac{C^2 \cdot \sec^2\varphi \cdot d\varphi}{2 \cdot 60 \cdot 3438} = dC = -\frac{C^2 \cdot \sec^2\varphi \cdot d\varphi}{60 \cdot 6876}.$$

Die wahre Nebenmeridianbreite ist

$$\varphi_w = z + \delta - C \cdot (m^2 - 0.000001586\, m^4) + 0.000002424 \cdot c^2 \cdot \operatorname{cotg}(\varphi - \delta) \; \ldots \ldots \ldots \quad (6)$$

und

$$\varphi_r = z + \delta - (C + dC) \cdot (m^2 - 0.000001586\, m^4) + 0.000002424 \cdot c^2 \cdot \operatorname{cotg}(\varphi - \delta) =$$
$$\varphi_r = z + \delta - C(m^2 - 0.000001586\, m^4) + 0.000002424 \cdot c^2 \cdot \operatorname{cotg}(\varphi - \delta) - dC \cdot (m^2 - 0.000001586\, m^4) \; \ldots \quad (9)$$

Vernachlässigen wir $dC \cdot 0.000001586\, m^4$ und setzt man $dC = -\frac{C^2 \cdot \sec^2\varphi \cdot d\varphi}{60 \cdot 6876}$, dann hat man

$$\varphi_r = z + \delta - C(m^2 - 0.000001586\, m^4) + 0.000002424 \cdot c^2 \operatorname{cotg}(\varphi - \delta) + \frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2 \cdot \varphi\, d\varphi}{60 \cdot 6876} \; \ldots \quad (10)$$

Falls es sich um die Aufgabe handelt, den Schnittpunkt zweier Standlinien damit zu berechnen, so ist der Gültigkeitsbereich der Nebenmeridianbreitenmethode viel größer, als gewöhnlich angegeben, weil ja in diesem Falle ein Fehler im Stundenwinkel m — infolge fehlerhafter Länge — ohne Bedeutung ist. Gerade umgekehrt, wenn man aus einer Höhenbeobachtung die Lage des Breitenpunktes φ_r errechnen will, wo wir mehr mit einem Fehler in m als mit einem Fehler in C zu tun haben.

In obigen Formeln ist $d\varphi$ die Differenz zwischen φ_w und φ_g, eine Größe, welche wir nicht durch die Berechnung erhalten. Anstatt dieser Differenz nehmen wir die Differenz $\varphi_r - \varphi_g$. Hierin liegt eine Gefahr, daß die Überrechnung infolge fehlerhafter Breite nicht nur keine Verbesserung gibt, aber selbst das Resultat noch weiter von der wahren Breite entfernt.

Nimmt man das Vorzeichen von $d\varphi$ positiv, wenn $\varphi_g > \varphi_w$, dann folgt aus 6) und 10), daß die berechnete Breite φ_r immer an derselben Seite der wahren Nebenmeridianbreite φ_w liegt wie die gegißte Breite φ_g.

Die Größe $\frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2\varphi}{60 \cdot 6876}$ gibt uns drei Fälle. Ist $\frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2\varphi}{60 \cdot 6876} < 1$, so kommt φ_r dichter bei φ_w als φ_g und hat man Verbesserung, welche größer ist, je nachdem die Ungleichheit kleiner ist.

Ist $\frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2\varphi}{60 \cdot 6876} = 1$, dann ist $\varphi_r = \varphi_g$ deshalb sehr gefährlich, da die Übereinstimmung andeutet, daß das Resultat günstig ist, während doch keine Verbesserung erhalten worden ist, so daß dem erhaltenen Werte (φ_r) kein Vertrauen geschenkt werden darf.

Ist endlich $\frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2\varphi}{60 \cdot 6876} > 1$, dann hat die Berechnung von φ_r noch weniger Wert, da der Fehler dann größer als $d\varphi$ ist und wohl um so größer, je größer die Ungleichheit ist.

Setzt man $\frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2\varphi}{60 \cdot 6876} < \frac{1}{4}$, dann wissen wir mit Bestimmtheit, daß $\varphi_w - \varphi_r < \frac{\varphi_w - \varphi_g}{4}$ ist, und daß die Überrechnung, infolge fehlerhafter Breite, die erste Differenz bis weniger als $\frac{1}{16}$ von der zweiten Differenz zurückbringt. Weiter braucht man die Überrechnung nicht fortzusetzen, da $\varphi_w - \varphi_r < \frac{\varphi_w - \varphi_g}{64}$ in der Praxis keinen Wert hat.

Digitized by Google

In den im Anfang dieses Aufsatzes erwähnten Nebenmeridianbreitentafeln von Bossen und Mars sind die Grenzen der Anwendbarkeit mit Hilfe der Ungleichheit $\frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2 \varphi}{60 \cdot 6876} < \frac{1}{4}$ bestimmt worden. In den meisten Fällen werden die Beobachtungen unter günstigen Umständen stattfinden, aber es gibt doch Ausnahmen, und darauf muß man achten. Beim Gebrauch der Bossen- und Mars-Tafeln (B.- und M.-Tafeln) ist die Überrechnung infolge fehlerhafter Breite nicht nötig. Mittels Tafel XI wird mit den Argumenten wahres Azimut und $\varphi_r - \varphi_g$ dieser Tafel eine Korrektion entnommen, deren Vorzeichen unten am Fuß der Tafel zu finden ist — siehe auch die hier oben gegebene Regel —. Dieser ganz wichtige Vorteil ist bisher in keiner anderen Tafel vorhanden. Später kommen wir auf diese Tafeln und auf die Konstruktion der Standlinie mittels einer Höhe zurück.

Da $\frac{1}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 Az = \frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2 \varphi}{60 \cdot 6876}$ (siehe Formel 13), so erhält man für die zweite Differenz $\frac{1}{4} \cdot \operatorname{tg}^4 Az$ und für die dritte $\frac{1}{8} \cdot \operatorname{tg}^6 Az$ usw., also eine unendliche geometrische Reihe ($n = \infty$), wovon $0 < q < 1$ und das erste Glied $\frac{1}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 Az$ ist. Man erhält deshalb für die Differenz zwischen der berechneten und wahren Breite die Summe dieser unendlichen geometrischen Reihe $= \frac{\frac{1}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 Az}{1 - \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 Az} = \frac{\operatorname{tg}^2 Az}{2 - \operatorname{tg}^2 Az}$. Tafel XI ist berechnet mit der Formel

$$d\varphi = \frac{\operatorname{tg}^2 Az}{2 - \operatorname{tg}^2 Az} \cdot d\varphi_1 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (10a)$$

hierin ist $d\varphi_1 = \varphi_r - \varphi_g$ und $d\varphi = \varphi_w - \varphi_r$. Die Tafel XI beruht auf der Annahme, daß der Azimutunterschied von φ_g und φ_r kleiner als 1° ist. Da $d Az = \operatorname{tg} h \cdot \sin Az \cdot d\varphi$ ist, so ist, wenn $d Az = 1°$ gesetzt wird, in den meisten Fällen $d\varphi \leq 20'$. Als Regel hat man: die Überrechnung ist nötig, wenn $h = 70° - 80°$ und $d\varphi_1 > 30'$ oder wenn $h = 80° - 85°$ und $d\varphi_1 > 20'$, in beiden Fällen muß das Azimut größer als 20° sein, so daß die Überrechnung, beim Gebrauch der Tafel XI, sehr selten nötig ist.

Größter Stundenwinkel, bis zu dem die Nebenmeridianbreite für die Auflösung des Zweihöhenproblems anwendbar ist.

Tabelle I. **Tafel II aus Bossen und Mars.**

Bei oberer Kulmination

Abweichung gleichnamig mit der Breite	Breite																Abweichung gleichnamig mit der Breite
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
0°	0	13	22	28	38	46	52	58	62	66	75	88	102	105	109	112	0°
5	13	0	13	22	29	39	48	54	60	63	70	81	97	100	104	110	5
10	22	13	0	14	23	30	41	50	56	61	67	78	94	96	100	108	10
15	28	22	14	0	15	23	32	44	52	59	64	73	90	92	97	104	15
20	38	29	22	15	0	14	24	35	47	55	62	68	85	87	94	102	20
25	46	39	28	23	15	0	15	25	38	50	58	65	79	82	90	98	25
30	52	48	40	32	24	15	0	15	27	42	54	62	73	80	86	96	30
35	58	54	50	44	35	25	16	0	16	32	48	59	67	76	81	91	35
40	62	60	56	52	47	38	27	17	0	17	35	53	63	68	75	87	40
45	66	63	61	57	55	50	42	31	19	0	19	39	59	63	70	82	45
50	76	70	67	64	61	59	54	48	36	21	0	21	43	55	64	75	50
55	87	81	78	74	69	65	61	59	54	43	23	0	25	47	56	70	55
60	102	97	94	91	84	80	72	67	63	59	55	27	0	28	46	60	60
65	120	120	102	109	104	97	93	89	81	73	64	59	32	0	34	48	65
70	120	120	120	120	120	120	120	120	112	104	92	81	67	40	0	30	70
75	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	112	80	44	0	75
78	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	76	34	78

Bei unterer Kulmination ist m immer 120 Minuten zu nehmen.

Digitized by Google

Tabelle II. **Tafel II aus Bossen und Mars.**

Abweichung ungleichnamig mit der Breite	Bei oberer Kulmination — Breite 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	Abweichung ungleichnamig mit der Breite
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
0°	0	13	22	28	38	46	52	58	62	66	75	88	102	105	109	112	0°
5	13	22	28	37	44	51	56	61	64	69	80	92	106	109	112	118	5
10	22	28	36	44	51	55	60	62	67	74	85	96	110	114	115	118	10
15	28	37	44	50	55	59	62	64	70	79	90	100	120	118	120	—	15
20	38	44	51	55	59	61	64	69	75	86	94	104	120	120	—	—	20
25	46	51	55	59	61	64	68	74	81	90	97	109	120	—	—	—	25
30	52	56	60	62	64	67	73	79	87	95	104	120	—	—	—	—	30
35	58	60	63	65	68	75	80	87	94	100	109	—	—	—	—	—	35
40	62	64	67	71	76	81	87	92	99	107	—	—	—	—	—	—	40
45	66	70	75	79	85	91	95	100	107	—	—	—	—	—	—	—	45
50	76	80	86	89	94	100	104	109		—	—	—	—	—	—	—	50
55	87	92	96	100	104	109	120	—		—		—	—	—	—	—	55
60	102	105	110	120	120	120					—	—	—	—	—	—	60
65	120	120	120	120	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65
70	120	120	120	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
75	120	120	120	—	—				—	—	—		—	—	—	—	75
78	120	120	—	—	—	—			—	—		—	—	—	—	—	78

Aus diesen beiden Tabellen ist es klar, daß bei Anwendung der Bossen- und Mars-Tafeln, der Anwendungsbereich der Nebenmeridianbreitenmethode um das Doppelte bis Dreifache über die gewöhnlichen Grenzen hinausgeht. Die Breite ist bis 75°, die Deklination bis 78° geführt, und geht das Azimut bis 36°.

Herr Raydt berechnet den Breitenpunkt φ_r mit den Breitentabellen wenn $Az < 20°$. In seinem ersten Beispiel ist das Azimut unter II. 18° und $t = 69.6^{min}$, man kann jedoch bis $t = 85^{min}$ und $Az = 23°$ diese Methode benutzen. Nehmen wir z. B. $\varphi = 20°$, $\delta = + 10°$, dann sind die Grenzwerte für t und Az 23^{min} und 30°.

Für Sternbeobachtungen ist es bequemer, wenn man mit den Argumenten Breite, Abweichung und Azimut die Grenzen bestimmen kann. Die nachfolgenden Tabellen enthalten das größte Azimut. Hieraus kann man ersehen, daß die Regel des Herrn Raydt für die Sonne und für Sterne bis $\delta = + 35°$ oder $\delta = - 25°$ praktisch durchgeht, d. h. berechne Stundenwinkelformel wenn $Az > 20°$. Wir können jedoch in den meisten Fällen viel weiter als 20° gehen.

Größtes Azimut, bis zu dem die Nebenmeridianbreite für die Auflösung des Zweihöhenproblems anwendbar ist.

Tabelle III.

Abweichung gleichnamig mit der Breite	Bei oberer Kulmination — Breite 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	Abweichung gleichnamig mit der Breite
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
0°	0	33	29	25	26	26	25	24	23	23	24	26	29	29	29	29	0°
5	33	0	33	29	26	27	27	28	25	24	24	26	29	28	28	29	5
10	29	33	0	35	30	27	28	27	26	25	25	26	29	28	28	29	10
15	26	28	34	0	36	29	28	29	28	27	26	27	30	29	28	29	15
20	24	25	27	35	0	34	30	30	30	29	28	27	30	28	28	29	20
25	23	24	25	27	34	0	34	30	31	31	30	28	30	28	28	29	25

Digitized by Google

(Fortsetzung der Tabelle III.)

Abweichung gleichnamig mit der Breite	Bei oberer Kulmination — Breite																Abweichung gleichnamig mit der Breite
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
30°	21	23	24	26	27	33	0	34	30	32	32	30	30	29	28	29	30°
35	20	21	23	24	25	27	34	0	33	34	35	33	31	30	28	29	35
40	18	19	20	22	24	26	27	34	0	33	35	36	33	30	29	29	40
45	16	17	18	19	21	24	26	28	34	0	35	36	36	32	29	29	45
50	15	16	16	17	18	21	23	27	29	33	0	35	36	32	29	29	50
55	15	15	15	16	16	18	19	23	26	31	32	0	36	36	30	29	55
60	14	14	14	15	15	16	17	18	21	25	28	33	0	36	31	29	60
65	13	13	13	14	14	15	16	17	18	20	23	30	33	0	36	29	65
70	10	11	11	12	12	13	14	16	17	19	20	23	28	33	0	29	70
75	8	8	8	8	9	9	10	11	12	14	16	19	23	25	28	29	75
78	6	6	6	7	7	7	8	8	9	10	12	14	17	23	24	29	78

Tabelle IV.

Abweichung ungleichnamig mit der Breite	Bei oberer Kulmination — Breite																Abweichung ungleichnamig mit der Breite
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
0°	0	33	29	26	26	26	25	24	23	23	24	26	29	29	29	29	0°
5	33	29	25	25	25	24	23	23	21	22	24	26	29	29	29	29	5
10	29	27	24	24	24	23	21	21	20	22	24	26	28	29	29	29	10
15	26	25	24	23	22	21	20	20	19	22	23	25	28	29	29	—	15
20	24	23	23	22	21	20	19	19	19	22	23	25	28	28	—	—	20
25	23	22	21	20	19	18	18	19	19	21	22	25	27	—	—	—	25
30	21	20	19	18	18	17	18	18	19	21	22	25	—	—	—	—	30
35	20	18	18	16	17	17	18	18	19	20	22	—	—	—	—	—	35
40	18	17	16	16	17	17	17	18	18	20	—	—	—	—	—	—	40
45	16	16	16	16	17	17	17	18	18	—	—	—	—	—	—	—	45
50	15	15	15	15	16	16	17	17	—	—	—	—	—	—	—	—	50
55	15	15	15	15	15	15	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55
60	14	14	14	15	15	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60
65	13	13	12	12	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65
70	10	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70
75	8	8	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75
78	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78

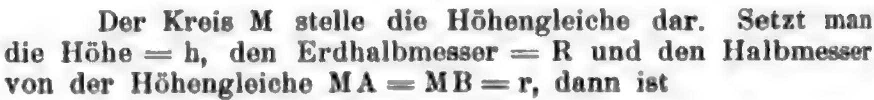
Grenzen der Längenmethode.

Die Genauigkeit der Sumnerschen Standlinie hängt ab von der Höhe und vom Azimut, da die Krümmung der Höhengleiche durch die Höhe, den Abstand von dem Bestimmungspunkt bis zum wahren Besteck, durch das Azimut und den Fehler in der Breite, bestimmt wird.

Jetzt kommen wir an die Frage: Wie groß ist für eine bestimmte Höhe, die Entfernung (AC) in Seemeilen vom Bestimmungspunkt (A) bis zum Punkt (C), wo die Standlinie n′ von der Höhengleiche entfernt ist?

Digitized by Google

Fig. 1.



Der Kreis M stelle die Höhengleiche dar. Setzt man die Höhe = h, den Erdhalbmesser = R und den Halbmesser von der Höhengleiche MA = MB = r, dann ist

$$r = R \cdot \cos h = 3438' \cdot \cos h.$$

Ist BC = n', dann ist

$$AC = \sqrt{(r+n)^2 - r^2} = \sqrt{n \cdot (2r+n)} = \sqrt{n \cdot (6876 \cdot \cos h + n)}.$$

Setzt man n = 1', n = 2' und n = 3', dann kann man n aus dem zweiten Faktor vernachlässigen und schreiben:

$$AC = \sqrt{6876 \cdot n \cdot \cos h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Die nachfolgende Tabelle enthält die Länge der Tangente für n = 1', n = 2' und n = 3' und h = 10° — 90°:

Tabelle V.

Höhe	Unterschied zwischen Standlinie und Höhengleiche			Höhe	Unterschied zwischen Standlinie und Höhengleiche		
	1' = 1 Sm	2' = 2 Sm	3' = 3 Sm		1' = 1 Sm	2' = 2 Sm	3' = 3 Sm
10°	82'	116'	143'	70°	49'	69'	84'
20	80	114	139	75	42	60	73
30	77	109	134	80	35	49	60
40	73	102	126	85	25	35	42
50	66	94	115	90	0	0	0
60	59	83	101				

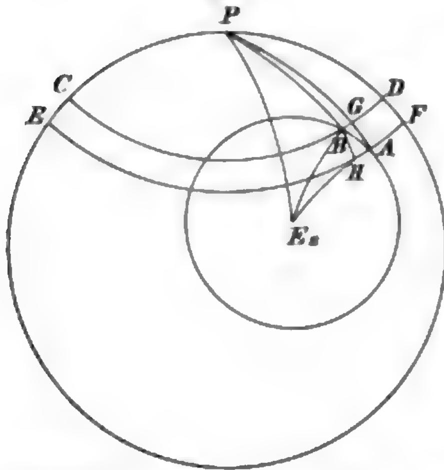
Aus der Ableitung von

$$AC = \sqrt{6876 \cdot n \cdot \cos h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

folgt, daß diese unabhängig ist vom Halbmesser der Kugel, worauf die Höhengleiche projiziert ist. Die Minuten in der Tafel sind Minuten größten Kreises der Kugel, d. h. in unserem Falle, praktisch genommen, Seemeilen.

Untersuchen wir jetzt, wie groß die Entfernung ist vom Schnittpunkte der Höhengleiche mit dem gegißten Breitenparallel bis an den wahren Schiffsort. Auf diese Weise erhalten wir ein Urteil über die Länge der Tangente in verschiedenen Fällen.

Fig. 2.



In Fig. 2 stelle CD den wahren, EF den gegißten Breitenparallel, E_s den Projektionspunkt des Gestirns oder Pol der Höhengleiche dar. A ist der Durchschnittspunkt der Höhengleiche mit dem gegißten Breitenparallel, B der wahre Schiffsort.

Da das Dreieck BAH klein ist, können wir es wie ein ebenes Dreieck betrachten, also ist

$$AB = BH \cdot \operatorname{cosec} BAH = d\varphi \cdot \operatorname{cosec} Az \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Es wird dann angenommen, daß die Tangente in A mit dem Bogen AB zusammenfällt, also von A bis an B dieselbe Länge hat. Der Abstand AB wird nun durch die Formel $d\varphi \cdot \operatorname{cosec} Az$ bestimmt, wenn das Stück der Höhengleiche eine Gerade ist, d. h. wenn der Azimutunterschied zwischen A und B von keiner praktischen Bedeutung ist. Im Dreieck ABH ist dann nicht mehr $\measuredangle$ BHA = 90° — BAH. Wir bekommen dann einen genäherten Wert von AB, wenn $d\varphi$ multipliziert wird mit $\frac{\operatorname{cosec} Az_A + \operatorname{cosec} Az_B}{2}$. Aus der wohlbekannten Figur der Sumner-Methode geht hervor, daß wir die Formel (12) $AB = d\varphi \cdot \operatorname{cosec} Az$ für die Länge der Tangente behalten können. Auch auf nachfolgender Weise erhält man dieses Resultat.

Digitized by Google

Da $dt = \frac{dh}{\sin Az \cdot \cos\varphi}$ ist, so können wir schreiben: $dE_s = \frac{d\varphi}{\sin Az \cdot \cos h}$, wenn man dh in $d\varphi$, φ in h und dt in dE_s ändert. Aus der Figur geht leicht hervor: Bogen AB in Seemeilen $= \measuredangle BEA \cdot \cos h = dE_s \cdot \cos h$. Setzt man für dE_s den gefundenen Wert, dann erhalten wir

$$AB = \frac{d\varphi \cdot \cos h}{\sin Az \cdot \cos h} = \frac{d\varphi}{\sin Az} = d\varphi \cdot \operatorname{cosec} \cdot Az \quad \ldots \ldots \ldots \quad (12)$$

Dieses Resultat erhalten wir auch durch Differentiation.

In der Praxis ist es gestattet, den Bestimmungspunkt und die Standlinie nach der Längenmethode zu ermitteln, so lange bis die Standlinie $1' = 1$ Sm von der Höhengleiche abweicht, d. h. wenn die Tangente = Standlinie $\geq d\varphi \cdot \operatorname{cosec} Az$ ist.

Setzt man $d\varphi = 15'$, dann erhält man für verschiedene Höhen im Zusammenhang mit obiger Tabelle die nachfolgende Tabelle:

Tabelle VI.

Höhe	Länge der Tangente = Standlinie bei 1′ Abweichung	Grenzen des Azimuts, wenn $d\varphi = 15'$
10°	82′	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 82'$ $Az \geq 10.5°$
20	80	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 80'$ $Az \geq 11°$
30	77	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 77'$ $Az \geq 11.5°$
40	73	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 73'$ $Az \geq 12°$
50	66	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 66'$ $Az \geq 13°$
60	59	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 59'$ $Az \geq 14°$
70	49	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 49'$ $Az \geq 18°$
75	42	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 42'$ $Az \geq 21°$
80	35	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 35'$ $Az \geq 26°$
85	25	$15' \cdot \operatorname{cosec} Az \leq 25'$ $Az \geq 37°$

Innerhalb der Grenzen geht die nach der Längenmethode bestimmte Standlinie durch den wahren Schiffsort.

Die Längenmethode und die Nebenmeridianbreitenmethode haben vollen Anschluß im Zweihöhenproblem.

Wir werden erstens zeigen, daß man in der Nähe des Meridians das Azimut berechnen kann nach der einfachen Gleichung

$$\operatorname{tg} Az = \frac{C \cdot m}{450} \cdot \sec\varphi \quad \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

Nach dem Kotangentensatz hat man im Poldreieck

$$\operatorname{tg}\delta \cdot \cos\varphi = \operatorname{cotg} Az \cdot \sin t + \sin\varphi \cdot \cos t,$$

woraus nach Dividierung durch $\cos\varphi \cdot \sin t$:

$$\frac{\operatorname{tg}\delta}{\sin t} - \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg} t} = \frac{1}{\cos\varphi \cdot \operatorname{tg} Az} = \operatorname{cotg} Az \cdot \sec\varphi,$$

welcher Ausdruck derselbe ist wie die Formel für den Fehler des Stundenwinkels oder der Länge, wenn der Breitenfehler eine Winkelminute beträgt,

$$dh - dt = d\varphi \cdot \left(\frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg} t} - \frac{\operatorname{tg}\delta}{\sin t}\right) \quad \text{und} \quad dt = d\varphi \cdot \sec\varphi \cdot \operatorname{cotg} Az \quad \ldots \quad (14)$$

Setzt man innerhalb der Grenzen für die Nebenmeridianbreite

$$\operatorname{tg} t = \sin t = t'' \cdot \operatorname{arc} \sin 1'',$$

dann erhält man

$$\frac{\operatorname{tg}\delta - \operatorname{tg}\varphi}{t'' \cdot \sin 1''} = \operatorname{cotg} Az \cdot \sec\varphi,$$

woraus

$$\operatorname{tg} Az = \frac{t'' \cdot \sin 1''}{\operatorname{tg}\delta - \operatorname{tg}\varphi} \cdot \sec\varphi.$$

Digitized by Google

Da $t'' = 15 \cdot 60 \cdot m$ ist, hat man

$$\operatorname{tg} Az = \frac{m \cdot 15 \cdot 60 \cdot \sin 1''}{\operatorname{tg}\delta - \operatorname{tg}\varphi} \cdot \sec\varphi.$$

Für die Größe C erhielten wir $\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\delta} \cdot \frac{900^2}{2 \cdot 206265}$, also

$$\operatorname{tg} Az = m \cdot 15 \cdot 60 \cdot \sin 1'' \cdot \sec\varphi \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}\delta - \operatorname{tg}\varphi}$$

oder

$$\operatorname{tg} Az = \frac{C\,m}{450} \cdot \sec\varphi \quad \ldots \ldots \quad (12)$$

Denselben Ausdruck findet man auch auf nachfolgende Weise:

$$\operatorname{cotg} Az \cdot \sec\varphi = \frac{\operatorname{tg}\delta - \operatorname{tg}\varphi}{15 \cdot m \cdot \sin 1'}$$

oder

$$\operatorname{tg} Az \cdot \cos\varphi = \frac{15 \cdot m \cdot \sin 1'}{\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\delta} = \frac{1.96}{\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\delta} \cdot 7.65 \cdot \sin 1' \cdot m$$

oder

$$\operatorname{tg} Az = \frac{C\,m}{450} \cdot \sec\varphi \quad \ldots \ldots \quad (13)$$

Noch anders: $\operatorname{tg} Az = \sec\varphi \cdot d\varphi$ (wenn der Längenfehler 1′ beträgt) $dC \cdot m^2 = d\varphi$. Ist dm eine kleine Änderung von m, dann hat man

$$d\varphi = C \cdot (m + dm)^2 - C \cdot m^2 = 2\,C \cdot m \cdot dm + (dm)^2.$$

Vernachlässigen wir $(dm)^2$, dann erhält man

$$d\varphi = 2\,C \cdot m \cdot dm.$$

Setzt man $dm = 1^{min}$, dann ist

$$d\varphi = \frac{2 \cdot C \cdot m}{15 \cdot 60} = \frac{C \cdot m}{450} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} Az = \frac{C \cdot m}{450} \cdot \sec\varphi \quad \ldots \ldots \quad (14)$$

welche Formel man bequemer erhält durch Differenzierung von $C \cdot m^2$ für m veränderlich.

Schreiben wir $C = \frac{2 \cdot \cos\varphi \cdot \cos\delta}{\sin(\varphi - \delta)}$ und $\operatorname{tg} Az = Az \cdot \operatorname{tg} 1°$, wenn $Az < 20°$ ist, so erhält man:

$$Az \cdot \operatorname{tg} 1° = \sec\varphi \cdot \frac{2\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot m}{450 \sin(\varphi - \delta)} = \frac{\cos\delta}{225 \cdot \sin(\varphi - \delta)} \cdot m$$

$$Az = \frac{\cos\delta}{225 \cdot \operatorname{tg} 1° \cdot \sin(\varphi - \delta)} \cdot m = \frac{\cos\delta}{4 \cdot \sin(\varphi - \delta)} \cdot m \quad \ldots \ldots \quad (15)$$

Ist $Az > 20°$, dann hat man:

$$\operatorname{tg} Az = \frac{\cos\delta}{225 \cdot \sin(\varphi - \delta)} \cdot m \quad \ldots \ldots \quad (16)$$

Diese Formel hängt mit der Nebenmeridianbreite zusammen und hat also dieselben Grenzen.

Da wir für die Grenzen der Gültigkeit der Nebenmeridianbreitenmethode angenommen haben, die Ungleichheit $\frac{C^2 \cdot m^2 \cdot \sec^2\varphi}{60 \cdot 6876} < \frac{1}{4}$, so geht daraus hervor, daß $C \cdot m \cdot \sec\varphi < 321.5$, oder

$$\operatorname{tg} Az = \frac{C \cdot m}{450} \cdot \sec\varphi < 0.714 \quad \ldots \ldots \quad (17)$$

ist. Aus dieser Ungleichheit folgt, daß $\operatorname{tg} Az \leq 0.714$ und $Az \leq 36°$ ist innerhalb des Nebenmeridianbreitengebietes, was bereits bei der Besprechung von Tafel II aus Bossen und Mars erwähnt worden ist.

Jetzt wollen wir zeigen, daß die Längen- und Nebenmeridianbreitenmethode einander anschließen im Zweihöhenproblem.

Wird der Bestimmungspunkt nach der Nebenmeridianbreitenmethode bestimmt, dann hat man für die Länge der Tangente $dt \cdot \cos\varphi \cdot \sec Az$, was leicht aus der bekannten Formel der Sumner-Methode hervorgeht und auch auf ähnlicher Weise aus der Figur abgeleitet werden kann, wie es bei der Längenmethode geschehen ist.

$$\text{Bogen } AB = BG \cdot \sec ABG \text{ oder Länge der Tangente } AB = dt \cdot \cos\varphi \cdot \sec Az \quad \ldots \quad (18)$$

Setzt man $dt \cdot \cos\varphi = 15'$ und $Az = 36°$, was so ungünstig wie möglich ist, dann erhalten wir für die Länge der Tangente $AB = 15' \cdot \sec 36° = 18.5'$. Aus der Tabelle für die Grenzen des Azimutes bei der Längenmethode ersieht

Digitized by Google

man, daß die Standlinie innerhalb dieser Grenzen praktisch mit der Höhengleiche zusammenfällt, da bei $h = 85°$ der Unterschied nur $0.5'$ ist und die Standlinie durch den wahren Schiffsort geht. Dies ist wohl das Allerhöchste, was man von einem geometrischen Ort verlangen kann. Ob der Bestimmungspunkt mehr oder minder dem wahren Schiffsort sich nähert, hat wenig Wert in der Praxis, da Richtung und Entfernung unbekannt sind. Aus folgendem ergibt sich, daß die Resultate noch günstiger sind, wenn wir die Abweichung der Standlinie vom Krümmungskreise (die Projektion der Höhengleiche in der wachsenden Karte) berechnen.

Darstellung der Höhengleiche in der Karte. Abweichung der Standlinie.

In der gebräuchlichen Seekarte oder der Merkatorkarte erscheint die Höhengleiche nicht als Kreis, sondern als eine umständlich wiederzugebende Kurve. Alle diejenigen Höhengleichen, die einem Zenitabstand entsprechen, der kleiner ist als der Polabstand des Gestirns, haben in der wachsenden Karte elliptische Form. Diejenige, für die der Zenitabstand gleich dem Polabstand des Gestirns ist, geht selbst durch den Pol und hat eine parabolische Gestalt. Diejenigen endlich, deren Zenitabstand größer ist, zeigen eine Form wie eine Sinuslinie (siehe »Lehrbuch der Navigation« § 150 und § 199).

Ist r' der Krümmungshalbmesser, dann hat man $r' = \cos h \cdot \sec\delta \cdot \sec t \cdot 3438'$. Für den Halbmesser der Höhengleiche fanden wir $r = 3438' \cdot \cos h$, also $r' = r \cdot \sec\delta \cdot \sec t$, woraus $r' \geq r$.

Die Länge der Tangente l ist für n' Abweichung von der Höhengleiche $l = \sqrt{2 \cdot n \cdot r}$ oder $n = \frac{l^2}{2\,r}$. Für die Abweichung vom Krümmungskreis hat man also $n' = \frac{l^2}{2 \cdot r'}$, woraus

$$n : n' = \frac{1}{2 \cdot r} : \frac{1}{2 \cdot r'} = r' : r = \sec\delta \cdot \sec t : 1 \text{ und } n' = n \cdot \cos\delta \cdot \cos t.$$

Setzt man für $t < 1.5^h = 22.5°$ $\sec t = 1$, dann erhält man die Regel: der Teil der Höhengleiche in der wachsenden Karte, wofür $t < 22.5° = 1.5^h$, ist ein Bogen eines Kreises, welcher Halbmesser $3438' \cdot \cos h \cdot \sec\delta$ ist. Auf der Grenze der Nebenmeridianbreite und Chronometerlänge ist deswegen die Abweichung der Standlinie von der Höhenkurve $1' \cdot \cos\delta \cdot \cos t$.

Für n' Abweichung der Tangente vom Krümmungskreis ist gefunden

$$n = \frac{l^2}{2 \cdot r'} = \frac{(d\,\varphi)^2 \cdot \operatorname{cosec}^2 Az}{2 \cdot r \cdot \sec\delta \cdot \sec t}.$$

Für zwei Beobachter auf derselben Höhengleiche mit Gleiche $d\varphi$ erhält man dann

$$n_1 = \frac{(d\,\varphi)^2 \cdot \operatorname{cosec}^2 Az}{2 \cdot r \cdot \sec\delta \cdot \sec t_1} \quad \text{und} \quad n_2 = \frac{(d\,\varphi)^2 \cdot \operatorname{cosec}^2 Az}{2 \cdot r \cdot \sec\delta \cdot \sec t_2}$$

woraus

$$n_1 : n_2 = \operatorname{cosec}^2 Az \cdot \cos t_1 : \operatorname{cosec}^2 Az_2 \cdot \cos t_2$$

oder

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot \operatorname{cosec}^2 Az_2 \cdot \cos t_2}{\operatorname{cosec}^2 Az_1 \cdot \cos t_1}.$$

Setzt man $\cos t_1 = 1$, wenn die erste Beobachtung in der Nähe des Meridians gemacht ist, dann ist:

$$n_2 = n_1 \cdot \left(\frac{\operatorname{cosec} Az_2}{\operatorname{cosec} Az_1}\right)^2 \cdot \cos t_2.$$

Hieraus ersieht man leicht, wie groß der Einfluß des Azimuts auf die Abweichung der Standlinie von der Höhenkurve ist. Da die Längenmethode auf der Grenze nur $1' \cdot \cos\delta \cdot \cos t$ Abweichung der Tangente gibt, so ist es klar, daß die Abweichung bei einer kleinen Zunahme vom Azimut bald stark abnehmen wird und keinen praktischen Wert mehr haben kann. Im Zusammenhang mit der Tabelle für die Grenzen des Azimuts sind vielleicht einige Beispiele von Nutzen.

Nehmen wir $\varphi = 10°$, $\delta = +5°$, $t = 26$, dann ist $Az_1 = 37°$, $Az_2 = 52°$. Die Abweichung der Standlinie ist $1' \cdot \frac{1.27^2}{1.66^2} = 0.6'$.

Bei $\varphi = 35°$, $\delta = +5°$, t = 86 m, dann ist $Az_1 = 14°$, $Az_2 = 38°$. Jetzt ist die Abweichung nur $1' \cdot \frac{1.62^2}{4.13^2} = 0.15'$.

Diese Werte müssen noch multipliziert werden mit $\cos\delta \cdot \cos t$.

Für kleinere Höhen sind natürlich die Abweichungen noch kleiner.

Hieraus geht hervor, daß die Längenmethode eine große Genauigkeit gibt, jedoch auch daß sie innerhalb der Grenzen der Nebenmeridianbreite ungenau wird und ersetzt werden muß durch die Nebenmeridianbreitenmethode. Auch hiervon ein Beispiel:

Nehmen wir $\varphi = 35°$, $\delta = 10°$, t = 20 m, dann ist $Az_1 = 28°$ und $Az_2 = 11.5°$. Die Abweichung der Standlinie ist $1' \cdot \frac{5.02^2}{2.13^2} = 5.5'$, ein Fehler, welcher in der Praxis auch nicht zugelassen werden darf.

Außerhalb der Grenzen der Nebenmeridianbreite wird die Abweichung bald sehr klein. Wir fanden $n = \frac{(d\,\varphi)^2 \cdot \mathrm{cosec}^2\,Az}{2 \cdot r \cdot \sec\delta \cdot \sec t}$. Setzt man $\mathrm{cosec}\,Az = \mathrm{cosec}\,t \cdot \cos h \cdot \sec\delta$ und $r = 3438' \cdot \cos h$, dann erhält man

$$n = \frac{(d\,\varphi)^2 \cdot \mathrm{cosec}^2\,t \cdot \cos h \cdot \sec\delta}{6876 \cdot \sec t},$$

woraus

$$\frac{\mathrm{cosec}^2\,t}{\sec t} = \frac{n \cdot 6876}{(d\,\varphi)^2 \cdot \cos h \cdot \sec\delta}.$$

Nehmen wir $n = 0.2'$ und $d\,\varphi = 15'$, dann wollen wir t berechnen für zwei Grenzfälle und schreiben die gefundene Formel

$$\frac{\cos t}{\sin^2 t} = \frac{n \cdot 6876 \cdot \sec h \cdot \cos\delta}{(d\,\varphi)^2}.$$

Wenn $h = 5°$, $\delta = 60°$ und $\varphi = 25°$, dann ist t = 120 m, während die Grenze der Nebenmeridianbreite 80 m ist (siehe Tabelle I = Tafel II der B.- und M.-Tafeln).

Wenn $h = 85°$, $\delta = 40°$, $\varphi = 35°$, ist t = 31.5 m, die Grenze der Nebenmeridianbreite ist in diesem Falle 17 m. Wird $n = 0.1'$ gesetzt, dann ist t = 44 m. Aus diesen Beispielen ergibt sich, daß die Längenmethode außerhalb der Grenzen der Nebenmeridianbreitenmethode ein sehr genaues Resultat gibt.

Aus diesem Grunde haben die auf Seite 188 des Lehrbuchs der Navigation, Berlin 1906, angeführten Vorzüge der Höhenmethode keinen Zweck. Die Stundenwinkelformel und die Nebenmeridianbreitentabellen sind dem praktischen Navigateur geläufig, da er die erstgenannte jeden Tag zur Berechnung der Länge oder W. O. Z. anwendet und die zweiten in der Zukunft noch größere Anwendung als jetzt haben sollen (Herr Raydt in dieser Zeitschrift, April 1908). Wie beim Gebrauch der Bossen- und Mars-Tafeln der Navigateur seinen Ort bestimmen kann mittels des Zwei-Nebenmeridianhöhenproblems, hat Herr W. A. de Wyn in dieser Zeitschrift schon gezeigt (siehe »Annalen der Hydrographie usw.«, Dezember 1905). Bei Benutzung der Bossen- und Mars-Tafeln kann man Standlinien nach der Methode der Nebenmeridianbreite finden, die bis zu 72° Azimutunterschiede haben (siehe auch »Lehrbuch der Navigation«, Berlin 1906, Seite 283).

Die Nebenmeridianbreitentafeln von Bossen und Mars.

Diese Tafeln übertreffen alle bisher bestehenden Nebenmeridianbreitentafeln. In 53 Seiten enthält dieses Werk alles zur Standlinienkonstruktion oder Berechnung. Sie lassen eine Verwendung bis 75° Breite und bis zu 78° Deklination zu. Eine sehr deutlich geschriebene Anweisung über den Gebrauch und Erklärung der Tafeln nebst vielen Beispielen ist in holländischer und englischer Sprache gegeben.

Die Interpolation und die Überrechnung gehören beim Gebrauch dieser Tafeln zu den Ausnahmen.

Digitized by Google

Tafel I enthält die Kulminationszeit für die wichtigsten Fixsterne.

Tafel II enthält den größten Stundenwinkel, bis zu dem die Nebenmeridianbreitenmethode für die Auflösung des Zweihöhenproblems Anwendung findet. Diese Tafel ist in diesem Aufsatz bereits besprochen worden.

Tafel III enthält die Gesamtverbesserung der Sonnen- und Tafel IV diejenige der Planeten- und Fixsternhöhen.

Tafeln V und VI dienen zur Bestimmung der Größe C. Da $C = \frac{1.9635}{\operatorname{tg}\varphi \pm \operatorname{tg}\delta}$, so ist $\frac{1}{C} = \frac{\operatorname{tg}\varphi \pm \operatorname{tg}\delta}{1.9635''} = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{1.9635} \pm \frac{\operatorname{tg}\delta}{1.9635}$. Tafel V enthält für jede 2′ Breite oder Abweichung den Wert $\frac{\operatorname{tg}\varphi}{1.9635}$ oder $\frac{\operatorname{tg}\delta}{1.9635}$; dieser Wert wird Q genannt und ist auf vier Dezimalen angegeben. Sind Breite und Abweichung gleichnamig, dann muß man nehmen $\frac{1}{C} = Q_\varphi - Q_\delta$, sind sie ungleichnamig, dann ist $\frac{1}{C} = Q_\varphi + Q_\delta$, dies ist auch der Fall bei unteren Kulminationen. In der Praxis an Bord kann man Q auf drei Dezimalen nehmen.

Tafel VI enthält den Wert der Größe C für $\frac{1}{C} = Q_\varphi \pm Q_\delta$.

Tabelle VII ergibt die erste Verbesserung $= C \cdot (m^2 - 0.000001586 \cdot m^4)$ für jedes 0.2 m. Siehe die Formeln 3 bis 8.

Tafel VIII enthält die zweite Verbesserung $= 0.00014544' \cdot c_1^2 \cdot \operatorname{tg} h$, worin c_1 die erste Verbesserung in Winkelminuten und h die beobachtete Höhe ist. Diese Verbesserung kann einen erheblichen Betrag haben. Bei einer Höhe von 70° und $c_1 = 100'$ ist sie 4′ und bei $h = 85°$ und $c_1 = 100'$ selbst 16.6′. Die Nebenmeridianbreitenmethode ohne zweite Verbesserung schließt sich dann auch nicht der Längenmethode an für die Auflösung des Zweihöhenproblems.

Tafeln IX und X. Die Gleichung $\frac{C \cdot m}{450} = \operatorname{tg} Az \cdot \cos\varphi$ (Formel 13) ist diesen Tafeln zugrunde gelegt. Tafel IX ergibt den Wert $\frac{C \cdot m}{450}$ und Tafel X den Wert $\operatorname{tg} Az \cdot \cos\varphi$, so daß diese Tafeln sehr bequem das Azimut ergeben in der Nähe des Meridians für jede Minute des Stundenwinkels. Siehe weiter bei der Ableitung der Formel 13.

Tafel XI ergibt die Verbesserung der berechneten Nebenmeridianbreite für einen Fehler in der gegißten Breite. Hierdurch ist die Überrechnung unnötig geworden. Mit den Argumenten »wahres Azimut und Differenz zwischen berechneter und gegißter Breite $(\varphi_r - \varphi_g)$« ergibt diese Tafel die gesuchte Korrektion nach der Gleichung $d\varphi = \frac{\operatorname{tg}^2 Az}{2 - \operatorname{tg}^2 Az} \cdot (\varphi_r - \varphi_g)$. Solange $Az < 20°$ und $\varphi_r - \varphi_g < 20'$ ist, erhält diese Korrektion einen kleineren Wert (ungefähr 1′). Siehe weiter bei den Formeln 6, 10 und 10a.

Diese Korrektion ist bisher in keiner anderen Nebenmeridianbreitentafel aufgenommen und wurde vorher die Überrechnung vorgeschrieben, wenn $\varphi_r - \varphi_g$ einen ziemlichen Wert hatte.

Tafeln XII und XIII bilden den Schluß. Sie geben die Polarsternbreite und ihr Azimut.

Zur weiteren Erläuterung der hier beschriebenen Methoden lassen wir einige Beispiele folgen.

Beispiel I. In der Nähe des Meridians muß die Längenmethode ersetzt werden durch die Nebenmeridianbreitenmethode.

Der Schiffsort nach Besteck war: 42° 15′ N-Br., 15° 20′ W-Lg. Die folgenden Beobachtungen sind gemacht:

Mittl. Greenw. Zeit 0h 29min 32sek w. ⊖ 69° 12′ 40″
« « « 1h 13min 32sek w. ⊖ 69° 46′ 55″.

Der wahre Schiffsort wird gefragt.

Digitized by Google

Zwei Standlinien nach der Längenmethode.

Lösung I. Besteck $\varphi_g = 42^\circ\ 15'$ N, $\lambda_g = 15^\circ\ 20'$ W, $1^h\ 1^{min}\ 20^{sek}$ W.

☉ $\delta = +22^\circ\ 3'\ 20''$ Ztgl. $= -2^{min}\ 38^{sek}$

$$\sin \text{vers}\, t = \frac{\cos(\varphi - \delta) - \sin h}{\cos\varphi \cdot \cos\delta}$$ **(Douwessche Stundenwinkelformel.)**

$$\sin \text{vers}\, t = 2 \cdot \sin^2 \frac{t}{2} = 2 \cdot \text{sem}\, t$$

$\varphi = +42^\circ\ 15'$ . . . . log sec = 0.1306
$\delta = +22^\circ\ 3'\ 20''$ . . . . log sec = 0.0330
$\varphi - \delta = 20^\circ\ 11'\ 40''$ cos = 0.938527
$h = 69^\circ\ 12'\ 40''$ sin = 0.934891
Differenz = 0.003636 log = 7.5606
log sin vers t = $\bar{7}$.7242

☉ t o = $0^h\ 23^{min}\ 36^{sek}$
W. O. Z. = $11^h\ 36^{min}\ 24^{sek}$
Ztgl. = $-\ 2^{min}\ 28^{sek}$
M. O. Z. = $11^h\ 33^{min}\ 56^{sek}$ A = 8.65
M. G. Z. = $0^h\ 29^{min}\ 32^{sek}$ B = 3.88
$\lambda_A = 0^h\ 55^{min}\ 36^{sek}$ W $C_A = 4.77$
$= 13^\circ\ 54'$ W Az_A = S 16° O

II. ☉ $\delta = 22^\circ\ 3'\ 43''$
Ztgl. $= -2^{min}\ 28^{sek}$
$\varphi = +42^\circ\ 15'$ . . . . . . log sec = 0.13[illegible]
$\delta = +22^\circ\ 3'\ 43''$ . . . . . . log sec = 0.0[illegible]
$\varphi - \delta = 20^\circ\ 11'\ 17''$ cos = 0.938564
$h = 69^\circ\ 46'\ 55''$ sin = 0.938384
Differenz = 0.000180 log = 6.2[illegible]
log sin vers t = 6.41[illegible]

☉ t w = $0^h\ 5^{min}\ 15^{sek}$
W. O. Z. = $12^h\ 5^{min}\ 15^{sek}$
Ztgl. = $-\ 2^{min}\ 28^{sek}$
M. O. Z. = $12^h\ 2^{min}\ 47^{sek}$ A = 34.7
M. G. Z. = $1^h\ 13^{min}\ 32^{sek}$ B = 15.5
$\lambda_B = 1^h\ 10^{min}\ 45^{sek}$ W $C_B = 19.2$
$= 17^\circ\ 41'\ 15''$ W Az_B = S 4° W

Berechnung von 1′ Fehler in Länge für 1′ Fehler in Breite mittels der ABC-Azimuttafeln von S. Mars.[1]) Keine Interpolation wenn $h < 60^\circ$.

Professor A. Stupar von der Marine-Akademie in Pola schrieb in der Zeitschrift »Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens« 1907: »Diese neue Tafel verdient eine besondere Beachtung, weil sie eine den Bedürfnissen der nautischen Praxis entsprechende Erweiterung der bisher veröffentlichten ABC-Tafeln ist; sie läßt nämlich eine Verwendung bis 72° Breite und bis zu 78° Deklination zu. Das Zeitintervall beträgt bei Stundenwinkeln von 0^h—3^h (12^h—9^h) 2 Minuten, bei Stundenwinkeln von 3^h—6^h (9^h—6^h) 4 Minuten, die Interpolation ist somit wesentlich erleichtert. Eine sehr deutlich geschriebene Anweisung über den Gebrauch der Tafel ist in holländischer und englischer Sprache gegeben.

Infolge der vielseitigen Verwendung solcher ABC-Tafeln (besonders bei der Ortsbestimmung durch Standlinien und bei der Deviationskontrolle durch Gestirnpeilungen) können die vom Autor in größerem Umfange herausgegebenen Tafeln jedem Navigationsoffizier wärmstens empfohlen werden.«

Schlußrechnung.

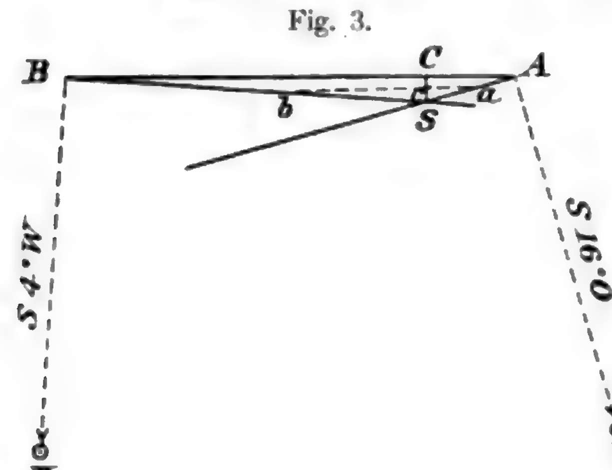
$\lambda_A = 13^\circ\ 54'$ W
$\lambda_B = 17^\circ\ 41'\ 15''$ W
$\Delta\lambda$ infolge fehlerhafter Breite $= 3^\circ\ 47.3' = 227.3'$

$$SC = \text{Fehler in der Breite} = \frac{AB}{ab} = \frac{227.3'}{4.8 + 19.2} = \frac{227.3'}{24.0} = 9.5'\ S$$

$$AC = \text{Fehler in der Länge} = 9.5' \cdot 4.7 = 44.6'\ W.$$

$\varphi_g = 42^\circ\ 15'$ N $\lambda_g = 13^\circ\ 54'$ W
$\Delta\varphi = 9.5'$ S $\Delta\lambda = 44.6'$ W
$\varphi_r = 42^\circ\ 5.5'$ N λ_r $14^\circ\ 38.6'$ W.

Fig. 3.



Aus Fig. 3 ergibt sich sehr bequem, was wir in diesem Aufsatz über die Abweichung der Standlinie von der Höhengleiche erörtert haben (siehe Grenzen der Längenmethode).

Hätten wir gesetzt $\varphi_g = 41^\circ\ 45'$ anstatt $42^\circ\ 15'$ dann wäre das Resultat viel günstiger gewesen, nämlich $\varphi_r = 42^\circ\ 2'$ N und $\lambda_r = 14^\circ\ 56.1'$ W, während $\varphi_w = 42^\circ\ 0'$ N

[1]) S. Mars. New extensive ABC-Tables for Azimuth, Position lines, Error in longitude due to on error in latitude, great circle sailing etc. Preis 2 ℳ. P. Noordhoff. Groningen 1906.

Digitized by Google

und $\lambda_w = 15^\circ\ 0'$ W der wahre Schiffsort ist. Mit diesem Beispiel haben wir genügend gezeigt, daß der Längenmethode bei kleinem Azimut kein Vertrauen geschenkt werden kann.

Mit dem folgenden Beispiel werden wir zeigen, daß die Antwort in Beispiel 1 sehr genau mittels zwei Standlinien nach der Nebenmeridianbreitenmethode gegeben wird.

Zwei Standlinien nach der Nebenmeridianbreitenmethode.

Beispiel 2.

Lösung I.

M. G. Z. =	0h 29min 32sek
λ =	1h 1min 20sek
M. O. Z. =	11h 28min 12sek
Ztgl. =	+ 2min 28sek
W. O. Z. =	11h 30min 40sek
⊙ to = m =	29min 20sek

Bossen- und Mars-Tafeln. (Tafeln V und VI.)

$Q_\varphi = 0.463$ N — W
$\varphi_\delta = 0.206$

$\frac{1}{C} = 0.257$ S — O

$C = 3.89''$

Tafel IX 1′ O gibt 0.25′ N = f_1
" X gibt Az = S 19° O

w ⊖ =	69° 12.7′
z′ =	20° 47.3′
Tafel VII c · m² =	— 55.9′
	19° 51.4′
Tafel VIII, 2. Korr. =	+ 1.2′
$\varphi - \delta$ =	19° 52.6′
δ =	+ 22° 3.3′
φr_1 =	41° 55.9′
φg =	42° 15′
$\varphi r_1 - \varphi g$ =	— 19.1′
Tafel XI =	— 1.1′
I φr =	41° 54.8′ N

II.

M. G. Z. =	1h 13min 32sek
λ =	1h 1min 20sek W
M. O. Z. =	0h 12min 12sek
Ztgl. =	+ 2min 25sek
W. O. Z. =	0h 14min 40sek
⊙ tw = m =	14min 40sek

$Q_\varphi = 0.463$ Tafel IX 1′ W gibt 0.13′ N = f_2
$Q_\delta = 0.206$ Tafel X gibt Az = S 10° W

$\frac{1}{C} = 0.257$ N — O

$C = 3.89''$ S — W

w ⊖ =	69° 46.9′
z′ =	20° 13.1′
Tafel VII c · m² =	— 14′
	19° 59.1′
Tafel VIII 2. Korr. =	+ 0.1′
$\varphi - \delta$ =	19° 59.2′
δ =	+ 22° 3.7′
φr_1 =	42° 2.9′
$\varphi r_1 - \varphi g$ =	— 12.1′
Tafel XI =	— 0.2′
II. φr =	42° 2.7′ N

Schlußrechnung.

I. $\varphi r = 41^\circ\ 54.8'$
II. $\varphi r = 42^\circ\ 2.7'$
$\Delta\varphi = 7.9'$
infolge fehlerhafter Länge

$$SC = \text{Fehler in der Länge} = \frac{AB}{ab} = \frac{7.9'}{0.25 + 0.13} = \frac{7.9'}{0.38} = 20.8'\ \text{O}$$

$$BC = \text{II. Fehler in der Breite} = SC \cdot bc = 20.8' \cdot 0.13 = 2.7'\ \text{S}.$$

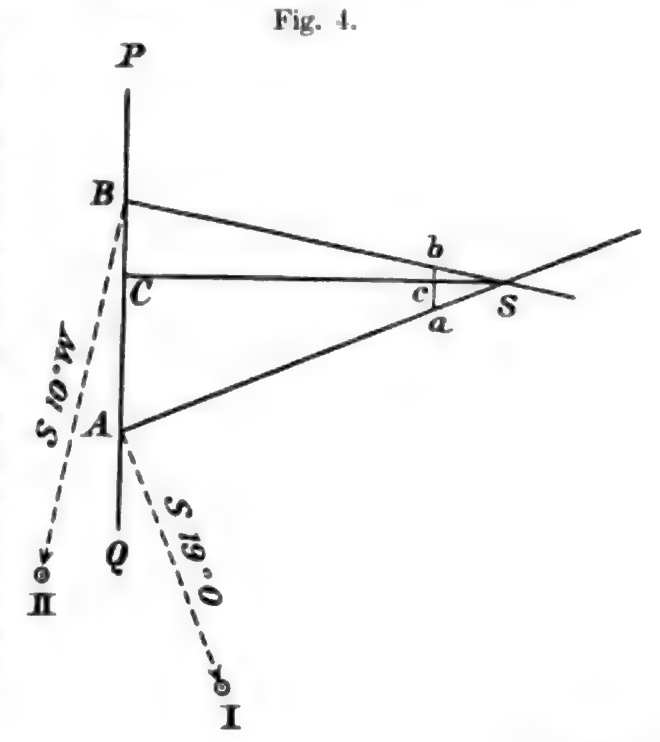
II. φr =	42° 2.7′ N	λ_g =	15° 20′ W
$\Delta\varphi$ =	2.7′ S	$\Delta\lambda$ =	20.8′ O
φw =	42° 0′ N	λw =	14° 59.2′ W

Die Breite ist genau und die Länge ist auf 0.8′ genau. Fig. 4 ist die Konstruktion.

Da die Berechnung bequemer und auch schneller geht als die Konstruktion, so entwirft man sich — wenigstens skizzenhaft — eine entsprechende Zeichnung, und führt die Rechnung aus, die sich ganz an die Zeichnung anlehnt.

Während wir in Beispiel 1 den Schiffsort mittels zwei Standlinien nach der Längenmethode und in Beispiel 2 mittels zwei Standlinien nach der Nebenmeridianbreitenmethode bestimmt haben, wollen wir ein drittes Beispiel geben, worin die erste Standlinie nach der Längenmethode und die zweite nach der Nebenmeridianbreitenmethode ermittelt wird.

Fig. 4.



Digitized by Google

Beispiel 3. Der Schiffsort nach Besteck war: 32° 15′ N-Br., 20° 15′ W-Lg. Die folgenden Beobachtungen sind gemacht:

I. M. G. Z. 0h 34min 5sek w $\odot$ 76° 35′ — Schiffszeit 11h 15min V.
II. M. G. Z. 1h 31min 5sek w $\odot$ 80° 38′ — $\odot$ gepeilt N 131° O bei der ersten Höhe. Mißw. = 18° W.

Der wahre Schiffsort wird gefragt.

Lösung I. Besteck $\varphi_g = 32°\,15'$ N $\lambda_g = 20°\,15'$ W.

$\odot\ \delta = +23°\ 0'\ 35''$
Ztgl. = − 0min 55sek

$$\text{sem } t = \sec\varphi \cdot \sec\delta \cdot \sin\frac{z + (\varphi - \delta)}{2} \cdot \sin\frac{z - (\varphi - \delta)}{2}$$

φ =	+ 32° 15′	log sec = 0.0728
$\odot\ \delta$ =	+ 23° 0′ 35″	log sec = 0.0360
$\varphi - \delta$ =	9° 14′ 25″	
z =	13° 25′	
$z + (\varphi - \delta)$ =	22° 39′ 25″	
$\frac{z + (\varphi - \delta)}{2}$ =	11° 19′ 43″	log sin = 9.2932
$\frac{z - (\varphi - \delta)}{2}$ =	2° 5′ 17″	log sin = 8.5614
		log sem = 7.9634

$\odot$ t o =	0h 44min 1sek
W. O. Z. =	11h 15min 59sek
Ztgl. =	− 0min 55sek
M. O. Z. =	11h 15min 4sek
M. G. Z. =	0h 34min 5sek
λ_r =	1h 19min 1sek W
=	19° 45′ 15″ W

II.

M. G. Z. =	1h 31min 5sek
λ =	1h 19min 1sek W
M. O. Z. =	0h 12min 4sek
Ztgl. =	+ 0h 55min
W. O. Z. =	0h 12min 59sek
$\odot$ t w = m =	13.0min
$\odot\ \delta$ =	+ 23° 1′ 8″

ABC-Tafeln von S. Mars.

A = 3.24
B = 2.22
C = 1.02 $\frac{1}{f_1}$ = 0.98
Az = S 49° O
= N 131° O
Mißw. + Dev. = 0°
Dev. = 18° O

Bossen und Mars.

Q_φ = 0.321 N − O
Q_λ = 0.216
$\frac{1}{C}$ = 0.105
C = 9.52″ S − W
Taf. IX. 1′ W gibt 0.27′ N = $\frac{1}{f_2}$
Taf. X. Az = S 18° W

w. $\odot$ =	80° 38′
z′ =	9° 22′
C · m² = Tafel VII = −	26.9′
	8° 55.1′
Tafel VIII 2. Korr. = +	0.6′
$\varphi - \delta$ =	8° 55.7′
δ = +	23° 1.1′
φ_{r_1} =	31° 56.8′
$\varphi_{r_1} - \varphi_g$ = −	18.2′
Tafel XI =	1.0′
φ_r =	31° 55.8′ N

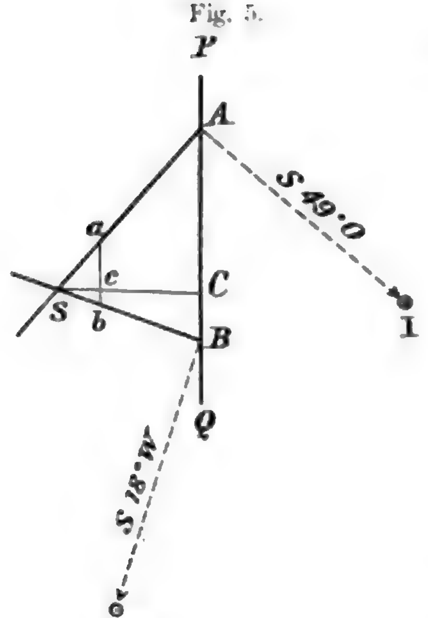


Fig. 5.

Schlußrechnung.

Die Skizze ist ähnlich der Fig. 4.

SC = Fehler in der Länge

$$= \frac{AB}{ab} = \frac{\varphi_g - \varphi_r}{0.98 + 0.27} = \frac{19.2'}{1.25} = 15.4'\text{ W}$$

BC = Fehler in der Breite
= SC · bc = 15.4′ · 0.27 = 3.9′ N

φ_B =	31° 55.8′ N	λ_B =	19° 45.2′ W
$\Delta\varphi$ =	3.9′ N	$\Delta\lambda$ =	15.4′ W
φ_w =	31° 59.7′ N	λ_w =	20° 0.6′ W

Wahrer Ort = 32° N-Br. und 20° W-Lg.

Die Zwei-Längenmethode gibt als Antwort 32° 3.4′ N und 19° 56.8′ W. Wäre die zweite Beobachtung nur 2 Minuten früher gemacht, dann hätte die Zwei-Längenmethode ein sehr schlechtes Resultat gegeben.

Digitized by Google

Versegelung.

Hat das Schiff zwischen den beiden Beobachtungen seinen Ort verändert, so ist für Bestimmung des Schiffsortes die erste Standlinie entsprechend der bis zur zweiten Höhenmessung stattgehabten und aus der Logrechnung zu entnehmenden Versegelung (Vs) zu verlegen. Denkt man sich die Versegelung in allen Punkten nach Kurs und Entfernung angetragen, so ergibt sich aus den Endpunkten der angetragenen Strecken eine Linie, die offenbar eine aus der ersten Beobachtung ermittelte, für die Zeit der zweiten Beobachtung beschickte Ortslinie — die sogenannte verlegte erste Standlinie — darstellt. In der Praxis zeichnet man sie in der Weise, daß man die Versegelung nach Richtung und Entfernung an einen Punkt der ersten Standlinie (den Bestimmungspunkt) anträgt und durch den Endpunkt der Versegelüng eine der Standlinie parallele Gerade legt. Streng genommen ist die verlegte Standlinie der ursprünglichen zwar nicht parallel wegen des Azimutunterschiedes. Bei großen Höhen ist es deshalb besser, die Standlinie für den Endpunkt der Versegelung zu ermitteln und nicht die der ersten Standlinie parallele Gerade dazu zu gebrauchen.

Die Zeichnung der Höhengleiche bei Höhen über 85°.

Die Tabelle für die Länge der Tangente an der Höhengleiche (Formel 11) zeigt, daß man gut tut, etwa von 85° Höhe an nicht die Standlinie zu ermitteln, sondern nach dem im folgenden erläuterten Verfahren die Höhengleiche selbst zu zeichnen.

Aus der Formel für den Krümmungshalbmesser in einem Punkt der Höhenkurve $r' = \cos h \cdot \sec \delta \cdot \sec t \cdot 3438'$ ergibt sich, daß, wenn $z \leqq 8°$, $r' = z \cdot \sec \delta$ ist. Die Höhengleiche geht durch den Punkt, wo das Gestirn kulminiert. Dieser Punkt hat für Breite $\delta \pm z$ und für Länge die Länge des Projektionspunktes des Gestirns. Der Mittelpunkt der Höhengleiche wird also gefunden, indem man von diesem Punkt aus auf dem Meridian, welcher der Länge des Projektionspunkts entspricht, $z \cdot \sec \delta$ absetzt. Die Konstruktion des betreffenden Bogens geschieht weiter in der üblichen Weise. Der Schnittpunkt dieses Kreisbogens mit einer Standlinie oder einem anderen Bogen ist der Schiffsort. Die Versegelung wird in Rechnung gezogen durch Beschickung des erstgenannten Bestimmungspunktes. In den Tropen kann $r' = z$ gesetzt werden, so daß man um dem Projektionspunkt einen Kreis oder einen Bogen des Kreises schlägt, welcher Halbmesser gleich der beobachteten Zenitdistanz ist.

Die Nebenmeridianbreitenberechnung nach Einzelhöhen.

Soll aus einer Beobachtung in der Nähe des Meridians die Breite ermittelt werden, dann kommt die Differentialformel $d\varphi = \Delta t \cdot \operatorname{tg} Az \cdot \cos \varphi$ in Anwendung und nicht der Fehler in der Größe C infolge fehlerhafter Breite, wie bereits bei der Bestimmung der Grenzen für die Auflösung des Zweihöhenproblems erörtert ist. Diese Formel wird, wenn $t = m$ klein ist, geschrieben $d\varphi = 2 \cdot C \cdot m \cdot dm$ (siehe die Ableitung von Formel 13). Setzt man $dm = 1^m = 15'$, dann erhält man $d\varphi = 2 \cdot C \cdot m$.

Die bekannte Näherungsregel für die Anwendbarkeit der Nebenmeridianbreitenberechnung nach Einzelhöhen ist, daß die Anzahl der Zeitminuten des Stundenwinkels kleiner oder gleich sein muß der Anzahl der Grade der Zenitdistanz des Gestirns.

Bei einem großen Längenfehler ist diese Regel gefährlich, wie sich aus folgendem Beispiel ergibt: Ist $\varphi = 50°$ und $\delta = -20°$, dann wird für $dm = 2\,\text{min} = 30'$ und der Grenzstundenwinkel $= 70$ min, $d\varphi = 2 \cdot 1.26 \cdot 70 \cdot 2 = 353''$ oder ungefähr 6′. Dieser Fehler ist auch in der Praxis zu groß. Bei einem so großen Stundenwinkel kommt auch noch der Fehler in C infolge fehlerhafter Breite in Betracht. Ist der Breitenfehler 20′, dann ist der hierdurch entstehende Fehler 1.0′, so daß die berechnete Breite $6' + 1.0' = 7.0'$ ungenau sein kann. Auch bei der Verwendung der Formel $\sin \frac{1}{2} u = \frac{1}{2} \sin \operatorname{vers} t \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \operatorname{cosec} \frac{z + m}{2}$ ($m = \varphi - \delta$) erhält man diesen Fehler ebensogut. Die Tafeln X und XI von

Digitized by Google

Bossen und Mars geben alles zur Beurteilung der Größe des Fehlers in der Nebenmeridianbreite durch die Fehler in Länge und Breite. Tafel X gibt mit den Argumenten Azimut und Breite den Breitenfehler durch 1′ Fehler in der Länge, und Tafel XI mit den Argumenten Azimut und Differenz zwischen berechneter und gegißter Breite den hierdurch entstehenden Fehler in der Nebenmeridianbreite. Sind große Fehler in Breite und Länge zu erwarten, z. B. auf 30° Breite 50′ in der Länge und 30′ in der Breite, und ist das Azimut 10°, dann ist der Fehler in der berechneten Nebenmeridianbreite durch den Längenfehler $50 \cdot 0.15 = 7.5'$ (50 × Tafelwert) und durch den Breitenfehler nur 0.5′.

Da $\frac{C \cdot m}{450} = \text{tg Az} \cdot \cos \varphi$ (Formel 13), so ist $C \cdot m^2 = 450'' \cdot m \cdot \text{tg Az} \cdot \cos \varphi = 7.5' \cdot m \cdot \text{tg Az} \cdot \cos \varphi$. Tafel XI der Bossen und Mars-Tafeln enthält den Wert $\text{tg Az} \cdot \cos \varphi$, so daß man innerhalb der Grenzen für die Nebenmeridianbreite nach Einzelhöhen die nachfolgende Regel hat:

Multipliziere den Wert aus Tafel X mit 7.5 × m, dann ist das Produkt die Anzahl Minuten der ersten Verbesserung. m ist die Anzahl Minuten vom Stundenwinkel des Gestirns.

Anstatt die Näherungsregel zu gebrauchen, tut man besser, mit Hilfe der Tafeln X und XI zu beurteilen, bis zu welchem Azimut die Nebenmeridianbreitenberechnung nach Einzelhöhen Anwendung finden kann. Man kann auch die Standlinie in der Karte eintragen. Wie groß der Fehler ist, ersieht man dann bequem.

Handelt es sich um die Aufgabe, den Schnittpunkt zweier Standlinien zu berechnen, dann ist, wie bereits gezeigt, die Anwendbarkeit der Nebenmeridianbreitenmethode viel größer, als die Näherungsregel angibt, z. B. bei 50° Breite und 20° Dekl. ist $\varphi - \delta = 30°$, so daß der größte Stundenwinkel nach dieser Regel 30^{min} ist und nach Tafel II aus Bossen und Mars (siehe Tabelle I) 62^{min}.

Allgemeine Bemerkungen.

In diesem Aufsatz haben wir die Frage des Herrn Raydt (siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1908, S. 163): »Ob es denn überhaupt nötig ist, gerade die Höhe zur Ermittlung der Standlinie zu berechnen«, vollständig erledigt. Wir sind zum Schluß gekommen, daß die Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen stets möglich ist unter der Voraussetzung, daß man die hier vorgetragene Methode anwendet. Die einzigen Breitentabellen, welche Anschluß haben an die Chronometerlängenmethode zur Auflösung des Zweihöhenproblems, sind die Nebenmeridianbreitentafeln (Zirkummeridianhöhentafeln) von P. Bossen und D. Mars. Die Berechnung der Höhe zur Bestimmung des Punktes C (Höhepunkt) kann für die Beobachtungen in der Nähe des Meridians natürlich auch mit diesen Tafeln geschehen. Diese Tafeln und die ABC-Azimuttafeln von S. Mars sind jetzt bei der holländischen Schifffahrt allgemein im Gebrauch. Hoffentlich wird dieser Aufsatz etwas dazu beitragen, daß diese praktischen und billigen Tafeln auch bei der deutschen Schiffahrt mehr und mehr in Gebrauch kommen.

Nicht nur zur Ermittlung des Mittagsbestecks — wie das »Lehrbuch der Navigation« 1906 auf S. 213 schreibt — soll die Nebenmeridianbreite Verwendung finden, sondern im Anschluß an die Chronometerlänge zur vollen Ortsbestimmung.

Digitized by Google

Kleinere Mitteilungen.

1. **Über die vorjährige Forschungsreise der »Prinzeß Alice«** berichtete Fürst Albert von Monako der Pariser Akademie der Wissenschaften, wie wir dem »Comptes rendus etc. de l'Académie des sciences«, T. CXLVI, No. 24 (15. 6. 08) entnehmen, folgendes:

Die Fahrt wurde am 16. Juni 1907 von Havre aus angetreten und endete dort am 12. September; sie war die vierte in die arktischen Gewässer und sollte die auf den drei vorhergehenden Reisen begonnenen hydrographischen, geographischen und meteorologischen Arbeiten vervollständigen. Als Tender wurde der 75 Tonnen große Dampfer »Quedfjord« angenommen. Der wissenschaftliche Stab bestand aus dem Zoologen Dr. J. Richard, den Ozeanographen Linienschiffsleutnant Bourée und Fregattenkapitän d'Arodes, dem Meteorologen Professor Hergesell. Die Vermessungsarbeiten an Land waren wiederum dem Kapitän Isachsen von der norwegischen Armee übertragen, dem sich der Geologe Hoel und die Botanistin Frau Dieset und drei Hilfsarbeiter angeschlossen hatten.

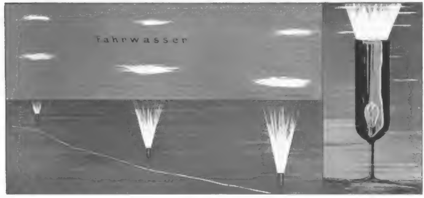
Das Eintreffen auf dem Arbeitsgebiet wurde durch ungewöhnliche Eisverhältnisse verzögert, die Arbeiten selbst wurden durch vielen Nebel beeinträchtigt.

Nebel verhinderte die Beobachtung der Windverhältnisse in den oberen Luftschichten durch Pilotballons; trotzdem wurden am 22. und 27. Juli, den Tagen des internationalen Ballonaufstieges, Fesselballons aufgelassen, womit 3000 m Höhe erreicht wurde, während die Pilotballons bis zu 7500 m gelangten.

187 Temperaturbestimmungen der Wasseroberfläche wurden gemacht, dabei stellte sich die eigentümliche Tatsache heraus, daß, obwohl die Bäreninsel sehr viel Eis und Schnee trug, die Wassertemperatur in gleichem Abstande von der Insel höher war als im Jahre vorher, wo die Insel eisfrei war.

Die Aufnahme des Landes wurde so gefördert, daß alle Grundlagen zur Herstellung einer Karte Spitzbergens vorhanden sind, die Kingsbay, Smeerenberg- und Wood-Bay umfaßt. Die Küstenlinien sind ebenfalls festgelegt und die Buchten Cross, Lilljehooft und Möller ausgelotet. M.

2. **Unterseeische Fahrwasserbeleuchtung.** In der Nummer des »Scientific Americain« vom 21. März 1908 findet sich ein Vorschlag von Léon Dion, Hafenfahrwasser durch unter Wasser angebrachte elektrische Lampen zu beleuchten. Statt der sonst üblichen Leuchttonnen will Léon Dion an den Fahrwasserkanten



Lampe

elektrische Stromkabel verankern, an denen in bestimmten Zwischenräumen Lampen so tief befestigt sind, daß auch die größten Schiffe darüber hinwegfahren können. Diese Lampen bestehen aus röhrenförmigen, bojenartigen Schwimmkörpern, die im oberen Ende eine Linse tragen und im unteren Ende, im Brennpunkt der Linse, ein elektrisches Licht. Das Licht entsendet durch die

Digitized by Google

Linse ein vertikales Strahlenbündel, das an der Wasseroberfläche als heller Fleck erscheint und dort die Leuchttonne ersetzen soll. Entsprechend der Fahrwasserseite können diese Lichter auch farbig gehalten sein. Den Strom liefert eine Dynamomaschine am Lande. Man kann die Lampen beliebig dicht anbringen; vom Erfinder angestellte Versuche sollen ergeben haben, daß zwei bis drei Lampen auf je 1 Sm Strecke vollauf genügen, um bei einem einigermaßen geraden Fahrwasser die Fahrwasserkonturen festzulegen. Die Stromkabel kann man fest auf dem Meeresboden verankern, während die Lampenkabel biegsam so damit verbunden sind, daß sie der Wasserbewegung folgen können. Die Schwimmkraft der Lampen genügt gerade, um diese in aufrechter Lage zu erhalten, ohne einen Zug auf das Stromkabel auszuüben.

Diese unterseeische Beleuchtung würde gegenüber den Leuchttonnen auch den Vorteil haben, daß auch Unterseeboote danach steuern könnten und daß sie sich im Kriege beliebig auf einmal an- und abstellen ließe, je nachdem, ob feindliche oder eigene Schiffe sich dem Fahrwasser nähern.

Zur Reparatur oder zum Auswechseln von Lampen müßte man das Stromkabel mittels Draggen fischen, oder man könnte die Lampenkabel für sich verankern und die Verbindungskabel so lang machen, daß sich jede Lampe einzeln aufnehmen ließe, ohne das Hauptkabel in Mitleidenschaft zu ziehen. Tietz.

3. **Südlicht.** Herr Kapt. H. Schmidt vom D. »Linden« berichtet der Seewarte, wie folgt:

Am 10. November 1907 in 46° 20′ S-Br. und 117° O-Lg. 10h N. beobachteten wir ein außerordentlich helles Südlicht (Aurora australis). Der dunkle Bogen war vom Horizont etwa 20° hoch und erstreckte sich von Ost nach Westsüdwest. Der Mittelpunkt des Bogens schien etwas Ost von Süd zu liegen (dem magnetischen Pol zu). Vom Bogen aus liefen die Strahlen aufwärts bis etwa 50°. Das ganze Bild änderte sich häufig, indem der Bogen zum Teil verschwand und die Ausstrahlung teilweise aufhörte, später wieder mit sehr intensiver Helle (mondhell) ganz ausgeprägt hervortrat. Häufig wälzten sich Lichtwellen, für kurze Zeit mit großer Geschwindigkeit, von den Strahlen nach dem Zenit.

Die Farbe des Südlichtes war gelblich-weiß wie beim Mond; die intensiven Strahlen spielten ins Bläuliche. Kurz nach 12h verschwand die Erscheinung, der Himmel bezog mit Cumulus-Wolken.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Reichs-Marine-Amt. **Segelhandbuch für das Mittelmeer, VI. Teil (Adriatisches Meer).** Mit 308 Küstenansichten, die in einem besonderen Beiheft später erscheinen werden. 8°. 600 S. Berlin 1907. In Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn. Geb. 3.00 *M.*

Im Segelhandbuch für das Mittelmeer, VI. Teil, ist das Adriatische Meer bis zur Verbindungslinie Kap Santa Maria di Leuca — Golf von Arta beschrieben. Als Quellen für die Bearbeitung dienten neben den neuesten italienischen, österreichischen und britischen Admiralitätskarten die neuesten britischen und französischen Segelhandbücher, hauptsächlich aber das neueste österreichische Segelhandbuch für die Adria, dem auch die Angaben über Wind und Wetter, Strömungen, Gezeiten, Dampfer- und Seglerwege entnommen sind. Außerdem wurden eine ganze Anzahl von Berichten Kaiserlicher Konsuln und von Kapitänen der Kriegs- und Handelsmarine sowie Berichte aus den »Ann. d. Hydr. usw.« und aus dem »Piloten, neue Folge« mit verwertet. Die Schreibweise der Namen entspricht den neuesten italienischen und österreichischen Karten.

A. P. W. Williamson: **Magnetism, Deviations of the Compass, and Compass Adjustment for practical use and B. O. T. Exams.** 8°, 100 S. Glasgow 1908. 4.20 *M.*

Nach der Vorrede ist es die Absicht des Verfassers, in dem Buche die vielen Schwierigkeiten zu überwinden, die die Lehre vom Magnetismus und dessen Einwirkung auf den Kompaß für den Anfänger bieten. Er will deshalb die elementaren Gesetze des Magnetismus — wie ein eisernes Schiff magnetisiert wird und wie man die verschiedenen störenden Kräfte aufhebt — sorgfältig auseinandersetzen und die Darstellung durch viele, meist kolorierte Figuren unterstützen. Um das Buch »vollständiger in sich« zu machen, sind die Fragen für die Prüfung zum »Master of Foreign-going Ships« und der »Syllabus« für die freiwillige Prüfung in Deviation und zum »Extra Master« angefügt.

Wenn man die große Anzahl der Darstellungen der Deviationstheorie in drei Klassen teilen wollte, nämlich solche, die eine wirkliche Einsicht in den Gegenstand zu vermitteln streben, solche, die für den Brückendienst eine praktische Zusammenstellung und Übersicht der Verhaltungsmaßregeln geben wollen, und endlich solche für die Übermittlung des zum Bestehen einer Prüfung erforderlichen Wissens, so würde das vorliegende Buch in die dritte Klasse einzureihen sein. Es fördert, um nur einiges als Beleg anzuführen, sicher nicht eine Einsicht in den Gegenstand, wenn die Koeffizienten A, B, C, D, E als »Buchstaben« eingeführt werden, um die »verschiedenen schiffsmagnetischen Kräfte nach Klasse, Wert und Richtung zu bezeichnen«, und wenn 10 Seiten später gelegentlich die Formel erscheint, um deren Koeffizienten es sich handelt, oder, wenn der Anteil der Vertikalinduktion an der Entstehung des B nur nebenbei einmal erwähnt wird. Die Figuren sind recht deutlich, es wäre allerdings in vielen von ihnen besser gewesen, nicht mehrere Dinge zugleich in derselben Figur darzustellen. Gegenüber der Darstellung, die der Gegenstand im Laufe der Zeit bei uns gefunden hat, macht die in England noch heute übliche Behandlung in mancher Beziehung einen veralteten Eindruck. Wahrscheinlich ist diese Versteinerung zum Teil auf Rechnung der seit langer Zeit stereotypen Prüfungsfragen zu setzen. Beispielsweise wirkt es nahezu komisch, wenn die Deviation aus den Koeffizienten auf Bogenminuten, wenn der Krängungsfehler mit sechsstelligen Logarithmen oder wenn wahre Azimute auf Bogensekunden genau berechnet werden oder wenn als Kardinalproblem, das bei jeder höheren Prüfung gestellt werden muß, die Aufgabe behandelt wird, aus den Werten von B und C den Baukurs oder aus C und dem Baukurse den Koeffizienten B zu berechnen u. a. m. Meldau.

J. Vallerey: **Traité élémentaire de la compensation des compas.** 8°, 75 S. Paris 1907. 2 *M.*

Das Büchlein gibt eine Darstellung der Deviationstheorie in elementarer Form. Ganz im Gegensatz zu den meisten englischen Bearbeitungen steht die Formel im Mittelpunkt der Betrachtung. Sie wird aus einer — dem Anfänger jedenfalls etwas willkürlich erscheinenden — Voraussetzung über die Ersetzbarkeit des Schiffseisens durch drei Arten von Stangen abgeleitet. Wenn dabei die eventuellen magnetischen Ursachen des Koeffizienten A ganz unterdrückt und dieser Koeffizient lediglich als Folge eines falsch angebrachten Steuerstriches eingeführt wird, so scheint mir damit der äußeren Eleganz der Darstellung ein zu großes Opfer gebracht zu sein. Dem Buche sind eine Isodynamen- und eine Isoklinenkarte angehängt. Meldau.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Fitzner, R.: *Die Regenverteilung in den Deutschen Kolonien.* 8°. IV, 115 S. Berlin 1907. H. Paetel. 4.00 *M.*

Klengel, Fr.: *Die Niederschlagsverhältnisse von Deutsch-Südwestafrika.* 8°. 72 S. Leipzig 1908. Roth & Schunke. 2.00 *M.*

Mylius, E.: *Volks-Wetterkunde. Witterungstypen und Witterungs-Katechismus für Nord- und Mitteldeutschland.* 8°. 40 S. 4 Tab. Berlin 1908. O. Salle. 1.00 *M.*

Meeres- und Gewässerkunde.

Reichs-Marine-Amt: *Gezeitentafeln für das Jahr 1909.* (Redakt. Observatorium Wilhelmshaven.) 4°. XVI, 322 S. 4 Karten. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn.

Deutsche Seewarte: *Monatskarten für den Indischen Ozean.* Atlas von 13 Karten. Hamburg 1908. Eckhardt & Meßtorff. 12.00 *M.*

Niederländisches Meteorol. Institut: *Oceanographische en meteorolog. waarnemingen in den Indischen Ocean. September, October und November 1856—1904.* I. Bd. Tabellen, Fol. XIII, 190 p. II. Bd. Karten, Gr. Fol. 25 p. Utrecht 1908. Remink & Zoon. 5.50 u. 5.50 Fl.

Reisen und Expeditionen.

O. Rölliker: *Die erste Umseglung der Erde durch Fernando de Magellanes und Juan Sebastian del Cano. 1519—1522.* 8°. 297 S. München und Leipzig. R. Pieper & Co. Gbd. 7.00 *M.*

Fischerei und Fauna.

Grotewold, Chr.: *Die deutsche Hochseefischerei in der Nordsee.* (Bd. 9 d. Biblioth. d. Technik und Industrien.) 8°. 298 S. Stuttgart 1908. E. H. Moritz. Gbd. 4.00 *M.*

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Bock, H.: *Die Uhr. Grundlagen und Technik der Zeitmessung.* (Aus Natur u. Geisteswelt Bd. 216.) 8°. 136 S. Leipzig 1908. B. G. Teubner. 1.25 *M.*

Terrestrische und astronomische Navigation.

Perret, E.: *La navigation. Instruments, observations, calculs.* 400 p. et 57 fig. 5.00 *M.*

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Kgl. Preuß. Statist. Landesamt: *Alphabetisches Verzeichnis der bekanntesten dem Seeverkehr dienenden Häfen und Anlegeplätze der Erde.* 4 Aufl. 8°. XII, 392 S. Berlin 1908. Kgl. Stat. Landesamt. 5.00 *M.*

Digitized by Google

British Admiralty: *Persian Gulf Pilot.* 5th edit. 8°. XX, 254 p. London 1908. J. D. Potter. 4,00 sh.

—. *Supplement 1908 relating to the Pacific Islands. Vol. III. 3d edit. 1900.* 8°. 29 p. Ebenda. 6 d.

—. *Supplement 1908 relating to the Arctic Pilot. Vol. IV. 1st edit. 1901.* 8°. 35 p. Ebenda. 6 d.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Lloyd, germanischer: *Vorschriften für Klassifikation, Bau und Ausrüstung von stählernen (flußeisernen) Seeschiffen 1908.* 8°. LII, 262 S. m. Fig. Berlin 1908. W. H. Kühl. 10,00 ℳ.

Mc. Gibbon, W. C.: *Indicator diagrams for marine engineers.* 8°. 196 p. illustr. J. Munro. 7 sh. 6 d.

Verschiedenes.

Kluge, Frd.: *Seemannssprache. Wortgeschichtliches Handbuch deutscher Schifferausdrücke älterer und neuerer Zeit.* Auf Veranlassung d. Kgl. Preuß. Ministeriums der geistl., Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten. (In Lieferungen.) 8°. Halle 1908. Buchhandlung des Waisenhauses.

Krebs, E.: *Technisches Wörterbuch, enthaltend die wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik.* I. Deutsch-Englisch. (Sammlung Göschen Bd. 395.) 12°. 149 S. Leipzig 1908. G. J. Göschen. 0,80 ℳ.

Lista navale italiana: *Pubblicazioni trimestrale sul personale e materiale della marina militare e mercantile.* Anno II. Marzo 1908. Marine estere Inghilterra—Germania—Austria. (Allegato ai Fasc. III & IV.) 8°. 175 p. Roma. Officina Poligrafica Italiana.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Ein Taifun am 27., 28. und 29. März 1907 durch die Zentral-Karolinen. C. Jeschke. »Peterm. Mitteil.« 1908 Heft VI.

Recherches sur la rotation et l'éclat des diverses couches atmosphériques du Soleil. H. Deslandres. »Comptes Rendus« 1908. T. CXLVI. No. 24.

Report on dry-period and rain-making experiments at Oamaru, New Zealand. D. C. Bates. »Symons Meteor. Magaz.« 1908 July.

Zur Frage des Hochwassers von 1908 in Moskau usw. und der Vorhersage des Wasserstandes der Flüsse. A. Woeikof. (Russisch.) »Meteorol. Bote« 1908 Juni.

Die meteorologischen Bedingungen des großen Hochwassers der Oka im Frühling 1908. Heinz. (Russisch.) Ebenda.

Sur le calcul des observations pluviométriques. A. Angot. »Annuaire Soc. Météorol. de France« 1908 Mai.

La question des climats de l'époque glaciaire. H. Arctowski. »Bull. Soc. Belge d'Astron.« 1908 No. 6.

Über die Klima-Schwankungen des europäischen Rußlands in historischer Zeit. Bogoljepow. (Russisch.) »Zemlefedenije« (Erdkunde) 1907 Heft 3 u. 4.

Luftreise eines Drachen mit Meteorograph in Baku am 7. II. 1908 (Russisch). »Meteorol. Bote« 1908 April.

Der Kukuk und die Isothermen. W. Köppen. (Russisch.) Ebenda.

Meeres- und Gewässerkunde.

Sur la neuvième campagne de la »Princesse Alice«. S. A. S. le Prince de Monaco. »Comptes Rendus« 1908 T. CXLVI No. 24.

La salinité dans le Golfe du Mexique et le Canal de la Floride. M. Oxner. »La Géographie« 1908 15 Juin.

Transparence et couleur de l'eau de mer dans la Manche. »La Géographie« 1908, 15 Juin.

On the radium-content of deep-sea sediments. J. Joly. »Philosoph. Magaz.« 1908 July.

Reisen und Expeditionen.

Arctic exploration. V. »Naut. Magaz.« 1908 July.

Some scientific results of the antarctic expeditions 1901—1904. J. W. Gregory. »Geogr. Journal« 1908 July.

Fischerei und Fauna.

Reise nach Kamtschatka und Untersuchung des Fischfangs daselbst im Jahre 1907. G. A. Kramarenko. (Russisch.) »Nachricht d. K. Russ. Geograph. Gesellsch.« 1908 Heft 5.

Physik.

Dioptrik der Atmosphäre in ihrer Beziehung zur Theorie der Mondfinsternisse. H. Petzold. »Arch. f. Optik« I. Bd., Heft 3, 4 u. 5.

Über die Veränderung der Luftdurchsichtigkeit mit der Höhe und an der Erdoberfläche. A. Bemporad. »Arch. f. Optik« I. Bd., Heft 8.

Über die außergewöhnliche mitternächtliche Lichterscheinung am 30. Juni 1908. F. S. Archenhold. »Weltall« 1908, Juli.

A study of the remarkable illumination of the sky on March 27, 1908. W. E. Ellis. »Science« 1908, July 10.

Neue Hypothese über das Wesen des Zodiakallichtes. »Sirius« 1908 Heft 7.

Anwendungen der mechanischen Wärmetheorie auf kosmologische und meteorologische Probleme. »Sirius« 1908, Heft 7.
Skin friction a factor in aerial navigation. B. Baden-Powell. »Scient. Americ. Suppl.« 1908, June 20.
A german compass-testing station. »Scient. Americ.« 1908. June 20.
Sur la mesure directe de la composante verticale du magnétism terrestre. B. Brunhes. »Annuaire Soc. Météorol. de France« 1908 Mai.
Anomalies de la pesanteur et du champ magnétique terrestre en Calabre et en Sicile, mises en rapport avec la constitution du sol. A. Ricò. »Ciel et Terre« 1908, Juillet 1.
Observations magnétiques à Tananarive. Ed. El. Colin. »Comptes Rendus« 1908, T. CXLVI, No. 23.
Nouvelles déterminations magnétiques dans le bassin occidental de la Méditerranée. Ch. Nordmann. »Comptes Rendus« 1908, T. CXLVI, No. 25.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Hartig's lood. Jets nieuws? de Witte. »De Zee« 1908 No. 7.
Zur Richtungsbestimmung unterseeischer Schallsignale. L. Zehnder. »Physikal. Ztschr.« 1908 Nr. 15.
A new type of sextant. A novel aid to navigation. L. A. Freudenberger. »Scient. Americ. Suppl.« June 20.
Das deutsche Marine-Chronometer. F. Dencker. »Hansa« 1908 Nr. 28.
Anciens instruments de navigation. J. Thoulet. »La Nature« 1908, Juillet 18.
L'hypsomètre et le baromètre à mercure pour la détermination des altitudes dans les voyages terrestres sous les Tropiques. Ct. Lemaire. »Bullet. Soc. Belge d'Astron.« 1908 No. 6.
Ein neues Aktinometer. W. A. Michelson. »Meteorol. Ztschr.« 1908 Heft 6.
Neues Aktinometer von W. A. Michelson. (Russisch.) »Meteorol. Bote« 1908 April.
Die Entwicklung unserer Kenntnis des Windschutzes bei der Aufstellung der Regenmesser. K. Knoch. »Das Wetter« 1908 Heft 6.
Drahtlose Telegraphie und Telephonie. »Nauticus« 1908.

Terrestrische- und astronomische Navigation.

Eine Verwendungsweise der drahtlosen Telegraphie zur Schiffsortbestimmung auf See. »Himmel u. Erde« 1908 Heft 8.
Wade's method of determining longitude. E. J. Scott. »Geogr. Journal« 1908 July.
Nomograms for deducing altitude and azimuth and for star identification and finding course and distance in great circle sailing. Radler de Aquino. »Proceed. U. S. Naval Instit.« 1908 June (Vol. 34 No. 2).
Calculo preparatorio das observações da hora pelo methodo de Zinger. H. Morize. »Rev. Marit. Brazil.« 1908 Maio.
True or magnetic? A dialogue. »Naut. Magaz.« 1908 July.
Über Wesen und Wirkungsart der Meeresrefraktion und über Flutwirkungen. Wahrendorff. »Weltall« 1908 Juli 15.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Zeebrügge und der neue Seehafen von Brügge. »Physikal. Ztschr.« Nr. 43.
Veracruz, Tampico (Ostküste v. Mexico), Macáu und die Navigierung zwischen diesem Hafen und Kap San Roque, Aracaty (Nordbrasilien) und Ceará (Nordbrasilien). »Der Pilote« 1908 Heft 47.
Zur Frage des Wachstums des Donau-Deltas (mit Karten). B. Semënow-Tjan-Schanskij. (Russisch.) »Nachricht. d. K. Russ. Geogr. Gesellsch.« 1908 Heft 3.
The South Orkneys in 1907. R. C. Mossman. »Scot. Geogr. Magaz.« 1908 No. 7.
Notes on Newfoundland. E. Worcester. »Bullet. Geograph. Soc. Philadelphia« 1908 July.
Fortschritte am Panamakanal. »Zentralbl. d. Bauverwaltg.« 1908 Nr. 57.
Die gesetzliche Zeit in den verschiedenen Ländern (»Annuaire Soc. Belge d'Astron.« 1908) und: *Die ortsübliche Zeit der Länder und Häfen an den Küsten des Atlantischen Ozeans, verglichen mit mittlerer Greenwicher Zeit* (»Monatskarte der D. Seewarte f. d. Alant. Ozean«, Jan. 1908). »Naturw. Rundschau« 1908 Nr. 26.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Het luiden van de klok. »De Zee« 1908 No. 7.
Meter oder Faden? G. Pellehn. »Mar. Rundschau« 1908 Heft 7.
Eenvoudige inrichting voor het vrij krijgen der booten. »De Zee« 1908 No. 7.
Electricity and navigation. VII. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 July.
L'embarquement des minerais au port d'Almeria. P. de Mériel. »La Nature« 1908, 4 Juillet.
Die Entwicklung der Fahrtgeschwindigkeiten in der Handelsmarine. »Nauticus« 1908.
Schlicks gyroscopic apparatus for preventing ships from rolling. M. Wurl. »Scient. Americ.« June 20.
Towing tank at the university of Michigan. Day Allen Willey. »Scientif. Americ.« 1908 June 13.
Oil fuel for ships. »Scient. Americ. Suppl.« June 20.
Die fortlaufende indikatorische Untersuchung von Rudermaschinen während der Rudermanöver. Praetorius. »Schiffbau« 9. Jahrg. Nr. 18, 19 u. 20.
Turbinen- oder Motorantrieb auf Schiffen? »Nauticus« 1908.

Zur Frage der Turbinen und Schiffsschrauben. L. Benjamin. »Hansa« 1908 Nr. 27.
Turbinas a vapor Parsons. Natal Arnaud. »Rev. Marit. Brazil.« 1908 Maio.
O novo motor dos navios. Caio de Vasconcellos. »Revista Marit. Brazil.« 1908 Março.

Handelsgeographie und Statistik.

Die nordwesteuropäischen Welthäfen in ihrer Verkehrs- und Handelsbedeutung. (Nach Wiedenfeld.) R. Müller. »Geogr. Ztschr.« 1908 H. 7.
Alte u. neue Handelsstraßen und Handelsmittelpunkte an den afrikanischen Küsten des Roten Meeres und des Golfes von Aden. (Schluß.) D. Kürchhoff. »Geogr. Ztschr.« 1908 Heft 6.
Die Handel- und Verkehrstraßen des Mittelmeeres. »Nauticus« 1908.
Seeverkehr in den bedeutenderen Häfen der Welt im Jahre 1906. Ebenda.
Seeverkehr in den bedeutenderen deutschen Häfen im Jahre 1906 nach Flaggen. Ebenda.
Schiffsverkehr i. d. brasilianischen Häfen i. Jahre 1906. »Dtsch. Handels-Archiv« 1908 Juni.
Schiffsverkehr i. Jahre 1907 in: Almeria (Spanien), Christiansand, Drontheim, Gamla Karleby (Finland), Karlskrona, Kristinestad (Finland), Malmö, Marseille, Neapel, Nikolaistadt (Finland), Nykjöbing (Falster), Ronneby, Varna, Soerabaya, Swatau, Monrovia (u. 1906) Cap Haiti, La Guaira, Maceió (Brasilien), Montevideo, Puerto Montt, Santa Marta (Columbien) und Valparaiso. Ebenda.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1907 in: Aarhus, Aberdeen, Bergen, Bodö, Brahestadt, Flekkefjord, Garrucha, Kemi, La Rochelle, Newburgh, Simbrishamn, Söderhamn, Swansea, Uleaborg und Ystadt. Ebenda.
Verkehr im Suezkanal im Jahre 1907. »Hansa« 1908 Nr. 26.
Bremens Schiffahrt in den letzten 20 Jahren. Ebenda.
Stapelläufe von deutschen und britischen Werften. Ebenda.
Übersicht des deutschen Schiffbaus und des Weltschiffbaus. »Nauticus« 1908.
Übersicht der deutschen Handelsflotte am 1. April 1908. Ebenda.
Ausländische Reedereien. Ein Überblick über ihre Entwicklung und gegenwärtige Stellung. K. Hirsch. »Hansa« 1907 Nr. 30.
Strandungen und Rettungen a. d. deutschen Küsten im Jahre 1907/08. »Von d. Küsten u. aus See« 1908 Nr. 2.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Die Haftbarkeit des Reiches für Schiffsschäden im Kaiser Wilhelm-Kanal. »Hansa« 1908 Nr. 27.
Die Haftung der Kapitäne und Schiffsoffiziere für dienstliches Verschulden. Gütschow. Ebenda.
Entscheidungen des Reichsgerichts: Kaskoversicherung. Beendigung der versicherten Reise. »Hansa« Nr. 29.

Verschiedenes.

Neue Bemerkungen zur Theorie und Geschichte des Kartenbildes. K. Peucker. »Geogr. Ztschr.« 1908 H. 6.
On the nature of maps and map logic. M. Eckert. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1908 June.
Über die Schreibung geographischer Namen. W. Köppen. »Geogr. Ztschr.« 1908 H. 7.
Transport on the River Niger. R. M. Reynolds. »Naut. Magaz.« 1908 July.

Die Witterung an der deutschen Küste im Juni 1908.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers	Luftdruck, 700 mm +: Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.: Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C: 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min < 0°)	Eistage (Max < 0°)
Borkum . . . . . 10.4 m	63.6	+2.1	70.7	27.	53.3	14.	14.9	17.3	15.3	15.4	+0.8	0	0
Wilhelmshaven . 8.5	63.3	+1.[illegible]	69.9	28.	[illegible]	6.	15.6	17.9	15.5	15.6	+0.7	0	0
Keitum 11.3	62.6	+1.5	69.1	30.	51.8	6.	14.4	17.3	14.8	15.2	+0.8	0	0
Hamburg 26.0	63.2	+1.9	70.8	11.	54.5	6.	15.8	20.4	17.7	17.0	+1.4	0	0
Kiel 17.2	63.1	+2.3	69.5	11.30.	51.1	6.	15.1	18.1	15.0	15.4	+1.0	0	0
Wustrow 7.0	62.6	+1.7	69.1	30.	51.7	6.	14.0	17.7	16.2	15.5	+0.3	0	0
Swinemünde. . . 10.0	62.4	+1.5	68.9	11.30.	51.6	5.	16.8	19.3	17.1	17.0	+1.3	0	0
Rügenwaldermünde 4.9	63.0	+2.3	69.7	11.	50.7	5.	15.0	16.3	13.9	14.5	+0.8	0	0
Neufahrwasser . 4.5	62.6	+2.4	69.3	3.	48.8	5.	16.4	17.9	14.7	15.7	+0.6	0	0
Memel 4.0	62.4	+2.4	69.7	24.	45.1	5.	11.8	16.8	14.7	14.7	+0.2	0	0

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Digitized by Google

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute, Mittl. mm	Relative, %							
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N	8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	18.4	13.0	24.8	3.	9.0	6.	2.1	2.1	2.0	11.0	84	78	83	5.9	4.7	5.3	5.3	−0.5
Wilh.	19.4	11.9	26.6	16.	5.5	10.	2.6	2.9	2.5	10.9	80	72	82	6.6	5.3	6.3	6.1	—0.4
Keit.	19.8	11.9	28.8	3.	9.1	7. 8. 11.	2.2	2.8	2.5	11.2	87	82	86	5.1	4.3	5.5	5.0	—0.6
Ham.	21.7	12.6	30.4	17.	8.0	7.	2.3	2.6	2.5	11.6	83	67	77	6.8	5.9	5.8	6.2	+0.2
Kiel	20.0	11.4	27.2	4.	7.5	8.	1.3	2.4	1.6	11.2	84	76	84	5.1	4.6	3.7	4.5	−1.3
Wus.	19.1	12.7	28.6	17.	8.8	9.	1.6	3.3	2.4	10.7	85	73	28	5.0	2.8	4.3	4.0	—1.7
Swin.	20.6	13.6	29.2	17.	7.1	8.	2.0	3.5	3.5	10.4	73	62	71	4.5	4.3	3.5	4.1	−1.5
Rüg.	19.3	9.8	32.1	17.	2.2	8.	3.2	3.1	2.8	10.2	81	75	83	4.8	3.9	3.3	4.0	−1.0
Neuf.	20.1	11.8	28.6	1.	6.3	8.	2.7	4.1	2.8	10.1	73	67	80	3.8	4.4	5.1	4.4	—1.2
Mem.	19.0	10.4	27.8	18.	4.2	7.	3.0	3.2	2.9	8.5	20	59	69	4.3	3.0	4.1	3.8	−1.4

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
							mit Niederschlag ≥ mm								Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
	V–N	N–V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	0.2	1.0	5.0	10.0	[illegible] u. T	Sommer-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	15	33	48	— 3	9	16 18.	11	10	4	0	5	0	1	6	6.5	—0.7	16.5	
Wilh.	13	37	50	— 10	18	18.	9	8	2	2	3	4	1	7	?	—	—	
Keit.	10	8	18	— 27	8	19.	10	4	1	0	3	3	6	6	4.6	—	12	
Ham.	13	10	23	— 51	6	17.	8	7	1	0	5	5	3	6			12	
Kiel	47	25	72	+ 16	18	19.	11	10	5	3	6	3	8	8	4.1	—0.6	12	
Wus.	17	27	44	+ 3	13	9.	9	8	4	1	3	4	12	5	2.6	—2.0	12	
Swin.	24	5	29	— 26	9	5. 6.	10	5	2	0	7	5	7	3	3.1	1.0	10.5	
Rüg.	13	16	29	— 18	11	14.	10	5	2	1	3	2	10	5	2.9	—	15	
Neuf.	48	20	68	+ 10	21	18.	12	11	4	2	4	5	8	4	4.7	—	12	
Mem.	5	20	25	— 17	11	20.	6	6	1	1	2	3	14	4	4.6	—	12	5. 6.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	21	6	17	2	2	2	6	–	3	1	6	–	4	–	10	10	—	2.8	3.1	2.8
Wilh.	18	2	6	4	2	1	3	3	6	3	2	2	4	11	12	4	7	2.6	2.9	2.6
Keit.	2	5	7	2	—	8	6	1	5	1	12	—	4	3	23	10	1	2.3	2.8	2.4
Ham.	2	9	6	6	4	2	2	7	2	2	3	12	5	14	1	13	0	3.2	3.8	3.3
Kiel	10	8	5	6	5	3	2	2	6	2	3	2	6	15	5	4	6	2.8	2.9	2.5
Wus.	1	5	16	3	5	3	4	1	4	2	3	7	15	6	5	2	8	3.2	3.3	2.7
Swin.	7	11	14	8	2	1	8	1	1	3	2	5	7	5	4	8	3	2.4	3.7	2.4
Rüg.	2	5	7	16	2	2	1	5	7	1	4	7	4	6	1	4	16	2.7	3.2	2.5
Neuf.	17	10	6	4	2	3	5	9	10	1	2	1	2	3	6	8	1	3.2	3.7	2.8
Mem.	7	2	7	5	4	2	4	7	7	5	6	2	4	2	14	10	2	2.9	3.6	2.2

Im Durchschnitt herrschte im Monat Juni an der deutschen Küste etwas zu warmes Wetter; mit Ausnahme von Memel lagen die Tagesmittel der Temperaturen durchschnittlich etwa 1° über der Normalen. Auch die Luftdruckwerte übertrafen im Monatsmittel die aus den langjährigen Beobachtungen abgeleiteten Normalwerte (durchschnittlich um etwa 2 mm). Die Niederschlagsmengen waren im allgemeinen geringer als dem Monat Juni zukommt; an drei von den zehn Normalbeobachtungsstationen, nämlich in Kiel, Wustrow und Neufahrwasser, wurde etwas mehr Niederschlag gemessen als der Normalwert beträgt. Die registrierten Windgeschwindigkeiten blieben hinter den Normalwerten zurück, und Tage mit stürmischen Winden waren sehr selten. Sie traten in größerer Verbreitung nur am 5. Juni auf. Die Richtung der Winde war eine vorwiegend nördliche. Nebel

gelangte nur selten zur Beobachtung. Gewitter traten häufig auf, besonders am 4., 5., 12., 16. und 17. Juni.

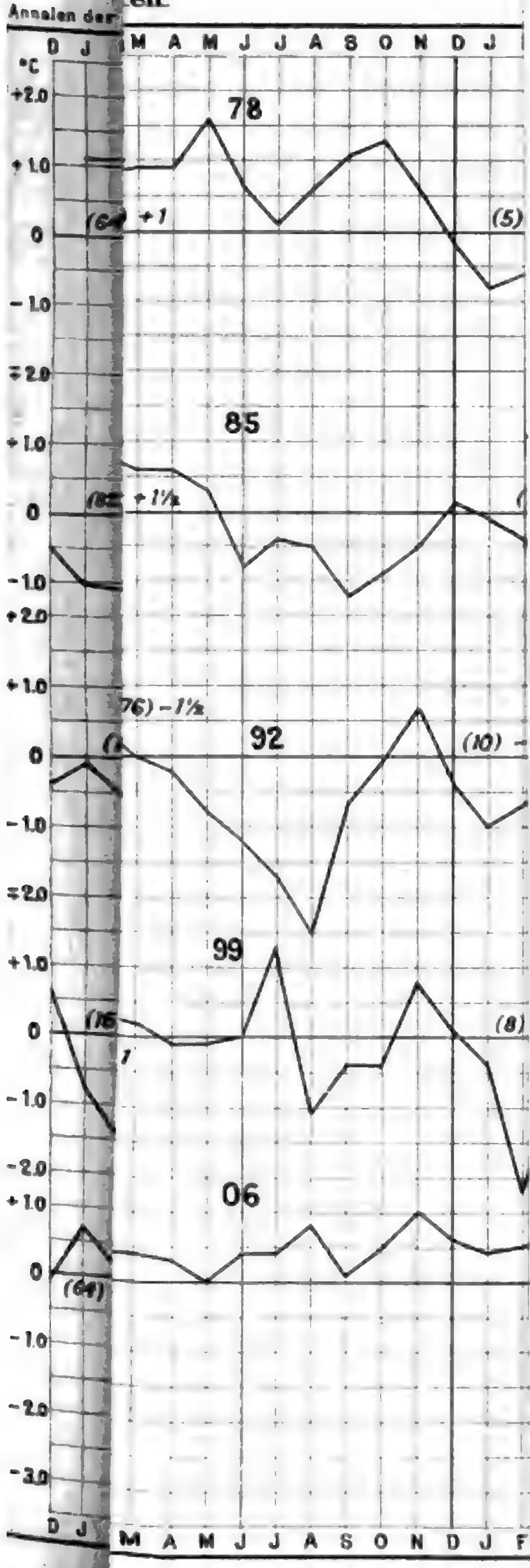
An den ersten drei Tagen des Monats herrschte meist heiteres, trockenes und warmes Wetter, das verursacht wurde durch Gebiete höheren Luftdruckes, die das deutsche Küstengebiet beeinflußten; am 1. Juni lag ein Hochdruckgebiet über Westrußland, an dessen Stelle vom Nordwesten Europas her ein neues trat. Schon am Abend des 4. Juni kam jedoch das deutsche Küstengebiet in den Bereich einer Depression, die aus dem hohen Norden südwärts vordrang. Damit trat ein schroffer Witterungswechsel ein: Starke Abkühlung, Trübung des Himmels und ergiebige Niederschläge. Im gesamten Küstengebiet wurden Gewitter beobachtet. Am 5. Juni setzte die Depression unter dem Nachdrängen eines Hochdruckgebietes vom Westen her ihren Weg ostwärts fort und brachte vielfach stürmische westliche Winde zur Entwicklung. Das kühle und regnerische Wetter hielt zunächst bis zum 9. des Monats an, indem neue Tiefdruckgebiete vom Nordwesten her nach dem Kontinent vordrangen. Nach dem Vorübergang derselben drang das genannte Hochdruckgebiet in den Kontinent vor, das auf seinem Wege nach Osten dem deutschen Küstengebiet am 10. und 11. bei inlandigen Winden heiteres, trockenes und wärmeres Wetter brachte, das vielfach Gewitter im Gefolge hatte. Darauf setzte wieder eine Regenperiode ein, die mit wenigen Unterbrechungen bis zum 19. Tage des Monats anhielt und verursacht wurde durch eine Folge von Tiefdruckgebieten, die von Westen her in den Kontinent eindrangen. Eine kurze Unterbrechung dieses Witterungscharakters erfolgte am 15. an der ganzen Küste; ein Hochdruckgebiet war an diesem Tage über Zentraldeutschland zur Entwicklung gelangt und brachte auf seinem Wege nach dem Osten dem deutschen Küstengebiet bei meist schwachen inlandigen Winden trockenes und heiteres Wetter, das auch noch am 16. und 17. an der Ostseeküste vorherrschte. Am letzteren Tage erreichten die Temperaturen meist ihren höchsten Betrag während des ganzen Monats; in Hamburg stieg das Thermometer auf 30.1, in Wustrow auf 28.6, in Swinemünde auf 29.2 und in Rügenwaldermünde auf 32.1°. Auch traten an den genannten Tagen ausgedehnte Gewitter auf. Am 20. Juni setzte alsdann eine bis zum Schluß des Monats anhaltende Periode trockenen und fast andauernd heiteren Wetters ein. An dem genannten Tage drang vom Westen her ein Hochdruckgebiet nordostwärts vor, das mit seinem Kern vom 22. bis zum 24. Finnland bedeckte. Am 25. entfernte es sich, und ein neues Hochdruckgebiet folgte ihm von Nordwesteuropa her, so daß die Winde während dieser Zeit andauernd aus nordwestlichen bis nordöstlichen Richtungen wehten.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Digitized by Google

ratur

ten.


Annalen der
D J M A M J J A S O N D J
°C
+2.0
+1.0
0
-1.0
-2.0
-3.0
78
85
92
99
06
(64) +1
(5)
(82 +1½
(76) -1½
(10)
(16
(8)
(64)
D J M A M J J A S O N D J F

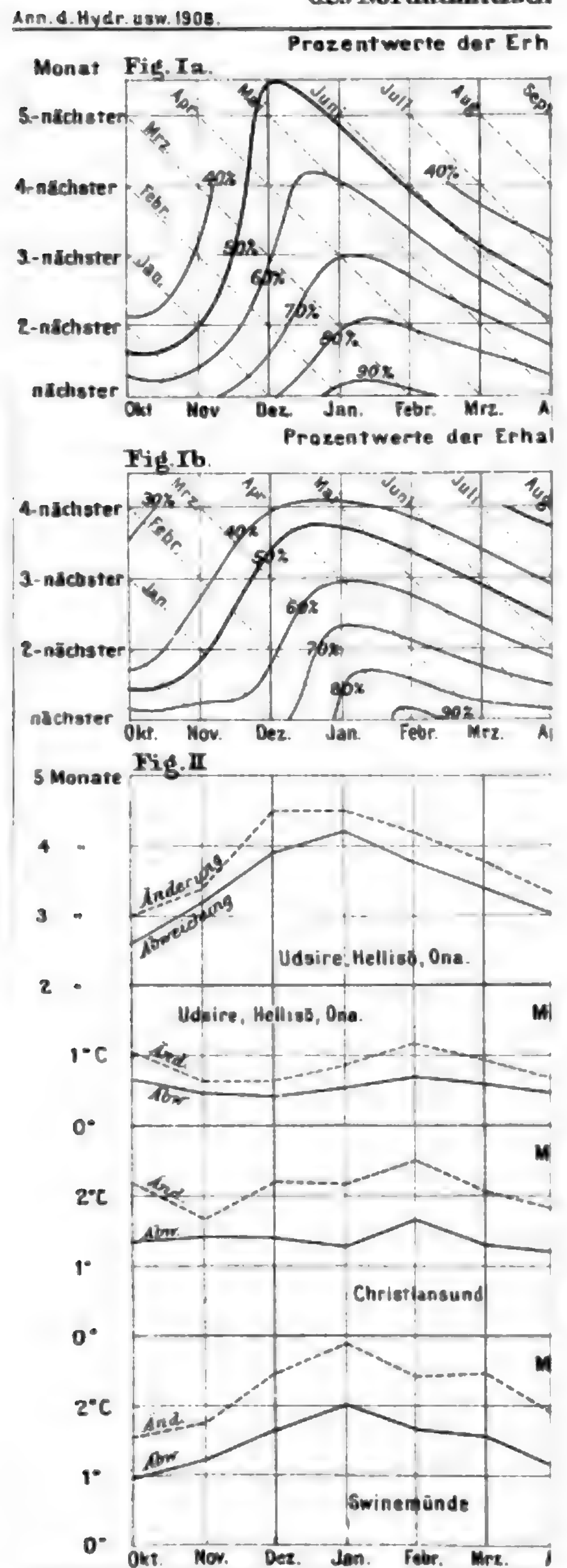
ge
4.,

un
di
W
Sc
ei
ei
un
ac
dr
sti
hi
Nc
sel
W
W
im
Ur
du
eir
15.
Ze
de
trc
vo
hö
me
wa
Ge
hal
ge
da
es
da
lic

Digitized by Google

Zu Prof. Grossmann: Die Bezie
des Nordatlantisch

Ann. d. Hydr. usw. 1908.



3

g
4

u
d
V
S
e
e
u
a
d
s
h
N
s
V
V
ii
U
d
e
1
Z
d
t
v
h
n
w
G
h
g
d
e
d
li

Digitized by Google

Bericht über die einunddreißigste, auf der Deutschen Seewarte abgehaltene Wettbewerb-Prüfung von Marine-Chronometern (Winter 1907—1908).

Die 31. Wettbewerb-Prüfung von Marine-Chronometern hat in der Abteilung IV der Deutschen Seewarte unter Leitung des Vorstandes derselben, Professor Dr. Stechert, wie in den Vorjahren stattgefunden; das Ergebnis dieser Untersuchung ist in dem nachfolgenden Bericht enthalten.

Zu der 31. Chronometer-Wettbewerb-Prüfung waren von neun deutschen Uhrmachern im ganzen 51 Chronometer eingeliefert worden. Gemäß der im August v. J. erlassenen Aufforderung zum Wettbewerb wurden diese Instrumente am 4. November durch eine von der Deutschen Seewarte berufene Sachverständigen-Kommission in Augenschein genommen, um festzustellen, ob die technische Ausführung der Chronometer eine genügende sei. Die Kommission bestand aus folgenden Herren:

Chronometerfabrikant F. Dencker-Hamburg,
« J. E. W. Sackmann-Altona,
« G. Schlesicky-Frankfurt a./M.

und dem Direktor der Uhrmacherschule Prof. L. Strasser-Glashütte i./Sa. Ferner nahm an der Sitzung teil der Chronometerfabrikant E. Bröcking als technischer Beirat der Deutschen Seewarte sowie als Ersatzmitglied; außerdem war auf Verfügung des Reichs-Marine-Amts der Vorstand des Kaiserlichen Chronometer-Observatoriums in Kiel Korvettenkapitän a. D. Rottok zugegen. Endlich beteiligten sich an der Sitzung der Direktor der Deutschen Seewarte (Vorsitzender) und die Beamten der Abteilung IV. Auf Grund des Urteils der Kommission wurden 4 Instrumente von der Teilnahme an der Wettbewerb-Prüfung ausgeschlossen.

Gleichzeitig wurden von der Kommission die von den Einlieferern als »Chronometer deutscher Arbeit« bezeichneten Instrumente einer sorgfältigen Durchsicht unterzogen. Als Ergebnis dieser Untersuchung kamen die Mitglieder der Sachverständigen-Kommission zu der Überzeugung, daß kein Grund vorhanden sei, den deutschen Ursprung der einzelnen Teile der Chronometer in Zweifel zu ziehen. Die Instrumente wurden demgemäß mit der Anwartschaft auf Preiserteilung in die Wettbewerb-Prüfung eingestellt.

Die zu der 31. Wettbewerb-Prüfung zugelassenen 47 Chronometer wurden vor Beginn der eigentlichen Prüfung einer zehntägigen Voruntersuchung (Nov. 5 bis Nov. 15) bei Zimmertemperatur unterworfen, um den Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Gangtage festzustellen. Sämtliche Instrumente genügten hierbei den vorgeschriebenen Bedingungen. Diese Chronometer verteilen sich in folgender Weise auf die einzelnen Uhrmacher:

W. Bröcking-Hamburg	10	Chronometer
L. Jensen-Glashütte i./Sa.	7	«
A. Kittel-Altona	2	«
Th. Knoblich (Inhaber A. Meier)-Hamburg .	10	«
A. Lange & Söhne-Glashütte i./Sa.	10	«
F. Lidecke-Geestemünde	3	«
A. Mager-Brake a./W.	2	«
F. Schlesicky-Frankfurt a./M.	2	«
C. Wiegand-Peine	1	«

Bei sämtlichen Chronometern war die Bedingung, daß die Reinigung innerhalb eines Jahres vor der Einlieferung ausgeführt sein müsse, nach Aussage der Uhrmacher erfüllt; auch waren von letzteren genaue Angaben bezüglich des Ursprungs und des Baues der Instrumente beigefügt worden. Über die Einzelheiten der Konstruktion dieser Instrumente gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Chronometer	Nr.	Unruhe bzw. Kompensation	Spirale	Hemmung	Chronometer	Nr.	Unruhe bzw. Kompensation	Spirale	Hemmung
Klasse I.					Jensen	23	N.	Stahl	Hebel
					Bröcking	1901	St. M.	Palladium	Feder
Lange	41	N.	Stahl	Feder	Bröcking	1908	St. M.	Palladium	Feder
Lange	59	N.	Stahl	Feder	Lange	39	N.	Stahl	Feder
Jensen	4	N.	Stahl	Feder					
Lange	47	N.	Stahl	Feder					
Bröcking	1906	N.	Stahl	Feder	**Klasse II.**				
Lidecke	280	N.	Stahl	Feder	Schlesicky	3027	K. II	Palladium	Feder
Lange	61	N.	Stahl	Feder	Kittel	281	N.	Stahl	Hebel
Lange	55	N	Stahl	Feder	Jensen	20	K. II	Palladium	Hebel
Knoblich	2553	K. II	Palladium	Feder	Lange	56	N.	Stahl	Feder
Knoblich	3016	N.	Stahl	Feder	Bröcking	1903	N.	Stahl	Feder
Knoblich	3015	N.	Stahl	Feder	Schlesicky	3028	K. II	Palladium	Feder
Knoblich	3010	N.	Stahl	Feder	Jensen	21	N.	Stahl	Hebel
Bröcking	1918	N.	Stahl	Feder	Kittel	278	N.	Stahl	Hebel
Knoblich	2682	K. II	Palladium	Feder	Lange	62	N.	Stahl	Feder
Jensen	19	St. M.	Palladium	Hebel	Mager	154	K. II	Stahl	Feder
Knoblich	3018	N.	Stahl	Feder					
Knoblich	3014	N.	Stahl	Feder					
Knoblich	2680	K. II	Palladium	Feder	**Klasse III.**				
Bröcking	1911	N.	Stahl	Feder	Wiegand	22	N.	Stahl	Feder
Bröcking	1919	N.	Stahl	Feder	Bröcking	1910	N.	Stahl	Feder
Lange	53	N.	Stahl	Feder	Lidecke	270	K. II	Stahl	Feder
Knoblich	3005	N.	Stahl	Feder	Lange	45	N.	Stahl	Feder
Knoblich	2678	K. II	Palladium	Feder	Jensen	22	St. M.	Palladium	Hebel
Bröcking	1917	N.	Stahl	Feder					
Mager	155	St. M.	Palladium	Feder					
Jensen	17	K. II	Palladium	Hebel	**Klasse IV.**				
Bröcking	1904	N.	Stahl	Feder	Lidecke	276	N.	Stahl	Feder

In dieser Tabelle sind folgende Abkürzungen benutzt worden:
N. bezeichnet: Nickelstahl-Unruhe.
St. M. « einfache Kompensationsunruhe aus Stahl und Messing,
K. II « neuere Hilfskompensation für Kälte von Kullberg (s. Lehrbuch der Navigation, 2. Auflage, S. 315, Fig. 165).

Als »Chronometer deutscher Arbeit« mit der Anwartschaft auf Preiserteilung waren folgende 33 Instrumente eingeliefert worden:

1.	W. Bröcking	Nr.	1901
2.	«	«	1903
3.	«	«	1904
4.	«	«	1906
5.	«	«	1908
6.	«	«	1910
7.	«	«	1911
8.	«	«	1917
9.	«	«	1918
10.	«	«	1919
11.	L. Jensen	«	4
12.	«	«	17
13.	«	«	19
14.	«	«	20
15.	«	«	21
16.	«	«	22
17.	«	«	23
18.	A. Kittel	Nr.	278
19.	«	«	281
20.	A. Lange & Söhne	«	39
21.	«	«	41
22.	«	«	45
23.	«	«	47
24.	«	«	53
25.	«	«	55
26.	«	«	56
27.	«	«	59
28.	«	«	61
29.	«	«	62
30.	F. Lidecke	«	270
31.	«	«	276
32.	«	«	280
33.	C. Wiegand	«	22

In gleicher Weise wie bei den früheren Prüfungen wurden die Chronometer an jedem zweiten Tage um 10 Uhr vormittags mit den Normaluhren der Abteilung IV der Deutschen Seewarte auf chronographischem Wege verglichen. Zur Herstellung einer unabhängigen Kontrolle wurde außerdem an jedem Dekadentage eine zweite Vergleichung der zu prüfenden Chronometer in unmittelbarem Anschluß an die erste vorgenommen. — Die regelmäßigen zweitägigen Uhr-

vergleichungen wurden durch den Hilfsarbeiter L. Sembill ausgeführt, während die Kontrollvergleichungen durch den Hilfsarbeiter K. Heuer vorgenommen wurden. An den erforderlichen Zeitbestimmungen waren beide Beamte beteiligt.

Während des ersten Teils der Prüfungszeit (1907 November 15—Dezember 3) wurden die Instrumente allmählich bis auf 30° C. erwärmt. Alsdann wurden dekadenweise die Temperaturen

30° 25° 20° 15° 10° 5° 5° 10° 15° 20° 25° 30°

möglichst innegehalten, und zwar wurden beim Übergang von Dekade zu Dekade stets allmähliche Temperaturänderungen vorgenommen. Während der beiden letzten Dekaden der Prüfung (1908 April 1—21) wurde die Temperatur von 30° C. bis auf Zimmertemperatur nach und nach vermindert. Während der vorliegenden Prüfung ist es durchweg erreicht wordem die beabsichtigten Mitteltemperaturen genau herzustellen.

Gleichzeitig mit den Chronometern wurden die Thermochronometer (nicht kompensierte Chronometer) Eppner Nr. 20 und Tiede Nr. 108 verglichen. Die mittleren täglichen Gänge derselben sind am Fuße der Tabelle angegeben. Unter den Rubriken, welche diese in Sekunden ausgedrückten Werte enthalten, folgen alsdann die aus den täglichen Ablesungen der meteorologischen Instrumente gebildeten Mitteltemperaturen sowie die Extreme der während der betreffenden Dekade beobachteten mittleren Tagestemperaturen. In der letzten Reihe sind schließlich die Mittelwerte der an den Koppeschen Hygrometern abgelesenen relativen Feuchtigkeiten im Innern des Prüfungsapparates angegeben.

Die Ableitung der für die Güte der Chronometer maßgebenden Zahlen sowie die Einteilung der Chronometer in Klassen wurde auf Grund der Bestimmungen ausgeführt, welche in der von der Deutschen Seewarte erlassenen Aufforderung zur Beteiligung an der 31. Wettbewerb-Prüfung enthalten sind. Diese Bestimmungen lauten:

»Nach beendigter Prüfung werden sämtliche Chronometer, soweit sie sich überhaupt als brauchbar für die Schiffahrt erweisen, in vier Klassen eingeordnet, für welche die Höchstbeträge der später zu erklärenden Gütezahlen folgendermaßen festgesetzt worden sind:

Klasse	I	II	III	IV
A + 2 B + C	2.50^{sek}	5.00^{sek}	6.50^{sek}	10.00^{sek}
B	0.75^{sek}	1.20^{sek}	1.60^{sek}	2.50^{sek}
C	0.010^{sek}	0.015^{sek}	0.025^{sek}	0.050^{sek}

Diese Größen A, B und C werden berechnet aus den mittleren täglichen Gängen, welche während der einzelnen Dekaden beobachtet worden sind. — Zur Bestimmung der Größe A werden die bei gleichen Temperaturen erhaltenen Gänge paarweise zu einem Mittelwerte vereinigt; es wird dann die größte vorgekommene Differenz dieser Mittelwerte gleich A gesetzt. — Bezeichnet ferner B′ die größte Differenz der täglichen Gänge von zwei aufeinander folgenden Dekaden, τ die Differenz der Temperatur während dieser beiden Zeitabschnitte und T die Differenz der höchsten und niedrigsten während der Prüfung überhaupt vorgekommenen Dekaden-Temperatur, so ist

$$B = B' - \frac{\tau}{T} \cdot A$$

In dieser Formel sind die algebraischen Vorzeichen von B′ und A zu berücksichtigen. — Endlich erhält man den Wert der täglichen Beschleunigung C des täglichen Ganges, indem man die Differenz der Gänge bildet, welche während zweier zur Mitte der Untersuchungszeit symmetrisch gelegener Dekaden beobachtet worden sind, und alsdann diese Differenz durch die Anzahl der zwischen der Mitte beider Dekaden liegenden Tage dividiert. Nachdem man in dieser Weise

[1]) Der Kürze wegen sind, wie in den früheren Jahren, diejenigen Chronometer als zur Klasse V gehörig bezeichnet worden, welche die für die Klasse IV festgesetzten Höchstbeträge der Gütezahlen überschritten haben.

31. Chronometer-Wettbewer

II Name und Wohnort des Fabrikanten	III Fabrik-Nr.	IV							Tägli
		1 1907 Dez. 3 —Dez. 13 30°	2 Dez. 13 —Dez. 23 25°	3 1907/08 Dez. 23 —Jan. 2 20°	4 1908 Jan. 2 —Jan. 12 15°	5 Jan. 12 —Jan. 22 10°	6 Jan. 22 — Febr. 1 5°	7 Febr. 1 —Febr. 11 5°	8 Febr. — Febr. 10
Klasse I.		sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	41	— 0.80	— 0.86	— 1.05	— 1.02	— 0.99	— 1.01	— 0.95	— 0.9
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	59	— 0.31	— 0.24	— 0.08	— 0.21	— 0.24†	— 0.58	— 0.72	— 1.0
. Jensen, Glashütte i./Sa.	4	— 0.41	— 0.41†	— 0.11	— 0.04	— 0.04	+ 0.08	— 0.11	— 0.2
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	47	+ 1.22	+ 1.19	+ 1.17	+ 1.07	+ 1.23	+ 1.01	+ 1.18	+ 0.9
. Bröcking, Hamburg	1906	+ 0.50	+ 0.39	+ 0.54	+ 0.71	+ 0.63	+ 0.59	+ 0.69	+ 0.6
. Lidecke, Geestemünde	280	— 1.87†	— 1.48	— 1.26	— 1.41	— 1.70	— 1.94	— 2.03	— 1.9
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	61	— 0.86	— 0.94	— 1.00	— 0.78	— 0.68†	— 0.97	— 1.02	— 1.2
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	55	— 0.36	— 0.37	— 0.32	— 0.15	— 0.05	— 0.20	— 0.53†	— 0.1
h. Knoblich, Hamburg	2553	+ 2.09†	+ 1.76	+ 1.51	+ 1.33	+ 1.38	+ 1.27	+ 1.12	+ 1.0
h. Knoblich, Hamburg	3016	— 0.23†	— 0.59	— 0.70	— 1.00	— 1.17	— 1.32	— 1.49	— 1.7
h. Knoblich, Hamburg	3015	— 0.64	— 1.00	— 1.23†	— 1.62	— 1.59	— 1.63	— 1.59	— 1.6
h. Knoblich, Hamburg	3010	— 0.95	— 1.08	— 0.95	— 0.80	— 0.45	— 0.45	— 0.37†	— 0.
. Bröcking, Hamburg	1918	— 0.17	— 0.09	+ 0.23	+ 0.12	+ 0.37	+ 0.39	+ 0.51	+ 0.5
h. Knoblich, Hamburg	2682	+ 1.20†	+ 0.75	+ 0.60	+ 0.43	+ 0.74	+ 0.76	+ 0.86	+ 0.8
. Jensen, Glashütte i./Sa.	19	— 0.51	— 0.80	— 0.93	— 0.69	— 0.62	— 0.34	— 0.38†	— 0.
h. Knoblich, Hamburg	3018	— 0.56	— 0.41	— 0.55†	— 1.01	— 1.25	— 1.58	— 1.83	— 1.6
h. Knoblich, Hamburg	3014	— 0.40	— 0.45	— 0.35	— 0.25	+ 0.14	+ 0.24	+ 0.34†	— 0.1
h. Knoblich, Hamburg	2680	— 0.29†	— 0.87	— 1.36	— 1.48	— 1.36	— 1.11	— 0.95	— 1.0
. Bröcking, Hamburg	1911	— 0.07	+ 0.02	— 0.25	— 0.59	— 0.88	— 0.65	— 0.45	— 0.9
. Bröcking, Hamburg	1919	— 0.18	— 0.63	— 0.77	— 0.99	— 1.03	— 1.30	— 1.34	— 1.3
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	53	— 0.44	— 0.37	— 0.17	— 0.53	— 0.81	— 1.13†	— 1.62	— 1.2
h. Knoblich, Hamburg	3005	— 1.17	— 1.42	— 1.41	— 1.34	— 0.91	— 0.93	— 0.65†	— 1.2
h. Knoblich, Hamburg	2678	— 1.41†	— 2.09	— 1.87	— 1.49	— 1.56	— 1.52	— 1.51	— 1.6
. Bröcking, Hamburg	1917	+ 0.52	+ 0.38	+ 0.24	+ 0.07	— 0.07†	— 0.69	— 0.62	— 0.7
. Mager, Brake a./W.	155	+ 1.17†	+ 0.63	+ 0.19	— 0.12	— 0.36	— 0.44	— 0.29	— 0.3
. Jensen, Glashütte i./Sa.	17	+ 2.48	+ 2.32	+ 2.51	+ 2.71†	+ 3.31	+ 3.33	+ 3.28	+ 3.3
. Bröcking, Hamburg	1904	+ 0.65	+ 0.50	+ 0.51	+ 0.18†	— 0.34	— 0.65	— 0.93	— 1.0
. Jensen, Glashütte i./Sa.	23	— 0.63	— 0.26	— 0.03	— 0.07	+ 0.41	+ 0.38	+ 0.59†	— 0.0
. Bröcking, Hamburg	1901	+ 0.13†	— 0.56	— 0.90	— 1.11	— 0.96	— 0.96	— 0.90	— 1.1
. Bröcking, Hamburg	1908	+ 0.69†	— 0.08	— 0.61	— 0.97	— 1.32	— 1.13	— 1.24	— 1.3
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	39	+ 0.16	— 0.17	— 0.50	— 0.82	— 0.69	— 0.70	— 0.57	— 1.0
Klasse II.									
. Schlesicky, Frankfurt a./M.	3027	+ 0.96	+ 0.64	+ 0.18	+ 0.40	+ 0.47	+ 0.80	+ 0.38†	+ 1.3
. Kittel, Altona	281	— 1.15	— 1.65	— 2.14	— 2.90	— 3.52	— 3.55	— 3.67†	— 2.8
. Jensen, Glashütte i./Sa.	20	— 1.18	— 1.38	— 1.45	— 1.09†	— 0.10	+ 0.26	+ 0.29	— 0.0
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	56	+ 0.64†	— 0.18	— 0.58	— 0.85	— 1.13	— 1.93	— 2.46	— 1.9
. Bröcking, Hamburg	1903	0.00	— 0.52	— 0.70	— 0.96†	— 0.24	+ 0.20	+ 0.48	+ 0.1
. Schlesicky, Frankfurt a./M.	3028	+ 2.31	+ 2.28	+ 2.23	+ 2.16	+ 2.50	+ 2.90	+ 3.04†	+ 1.8
. Jensen, Glashütte i./Sa.	21	+ 2.25	+ 1.99	+ 2.19	+ 2.17	+ 2.74	+ 2.94	+ 3.38†	+ 2.0
. Kittel, Altona	278	+ 0.27	+ 0.56	— 0.30	— 0.76	— 1.25	— 1.55	— 1.18	— 0.6
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	62	+ 1.57†	+ 0.52	+ 0.19	— 0.49	— 0.97	— 1.40	— 1.42	— 1.21
. Mager, Brake a./W.	154	— 0.21	— 1.03	— 0.77	— 0.74†	+ 0.68	+ 1.12	+ 1.32	+ 0.64
Klasse III.									
. Wiegand, Peine	22	+ 1.99	+ 2.34	+ 2.72	+ 3.00	+ 3.08	+ 3.06	+ 3.28†	+ 3.7
. Bröcking, Hamburg	1910	+ 1.27	+ 0.67	+ 0.44	— 0.14	— 0.18	— 0.35	— 0.65	— 0.8
. Lidecke, Geestemünde	270	— 3.22†	— 4.12	— 4.56	— 4.51	— 4.61	— 4.77	— 5.34	— 5.5
. Lange & Söhne, Glashütte i./Sa.	45	— 0.50	— 0.76†	+ 0.93	+ 0.92	+ 0.49	+ 0.14	+ 0.29	+ 0.[illegible]
. Jensen, Glashütte i./Sa.	22	+ 0.58†	— 0.61	— 0.77	— 1.01	— 0.56	— 0.20	— 0.10	— 0.7
Klasse IV.									
. Lidecke, Geestemünde	276	— 0.66	— 0.47	— 0.61	— 1.60†	— 4.46	— 4.07	— 4.07	— 5.4
ner Chronometrische Thermo-	20	+ 132.7	+ 76.0	+ 19.3	— 31.4	— 102.2	— 144.8	— 159.4	— [illegible]
e meter ohne Kompensation	108	+ 139.7	+ 93.0	+ 38.2	— 17.9	— 88.3	— 126.2	— 141.0	— [illegible]
ere Dekadentemperatur, Cels.		30.0°	25.0°	20.0°	15.0°	9.8°	5.5°	4.5°	10.2
eme der mittl. Tagestemperatur		28.9—31.3	24.1—26.3	19.3—21.3	13.8—16.3	9.1—10.6	4.7—6.1	3.9—5.3	8.9—[illegible]
iere relative Feuchtigkeit in %		62	57	56	54	54	55	57	[illegible]

Prüfung. **Gang-Tabelle.**

IV				V						VI	VII	VIII
Gänge				Auf die Mitte der Untersuchungszeit bezogene mittlere tägliche Gänge								
9	10	11	12									
Febr. 21 —März 2	März 2 —März 12	März 12 —März 22	März 22 —April 1									
15°	20°	25°	30°	30°	25°	20°	15°	10°	5°	A	B	C
sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek	sek
— 0.84	— 0.69†	— 0.43	— 0.23	— 0.51*	— 0.65	— 0.87	— 0.93	— 0.99*	— 0.98	+ 0.48	0.16	+ 0.005
— 1.01	— 0.89	— 0.68	— 0.84	— 0.57	— 0.46*	— 0.48	— 0.61	— 0.64	— 0.65*	+ 0.19	0.31	— 0.005
— 0.09	+ 0.12	+ 0.25	+ 0.29	— 0.06	— 0.08	+ 0.01*	— 0.06	— 0.14*	— 0.01	+ 0.15	0.33	+ 0.007
+ 0.71	+ 0.89†	+ 1.20	+ 1.28	+ 1.25*	+ 1.19	+ 1.03	+ 0.89*	+ 1.09	+ 1.09	+ 0.36	0.24	0.000
+ 0.76	+ 0.94†	+ 1.35	+ 1.34	+ 0.92*	+ 0.87	+ 0.74	+ 0.74	+ 0.64*	+ 0.64	+ 0.28	0.35	+ 0.009
— 1.94	— 1.95	— 1.80	— 2.09	— 1.98*	— 1.64	— 1.61*	— 1.67	— 1.85	— 1.98	— 0.37	0.32	— 0.003
— 1.43	— 1.51	— 1.61	— 1.74	— 1.30*	— 1.28	— 1.25	— 1.10	— 0.97*	— 0.99	— 0.33	0.35	— 0.008
+ 0.02	+ 0.30	+ 0.10	— 0.16	— 0.26	— 0.14	— 0.01*	— 0.06	— 0.08	— 0.36*	+ 0.35	0.35	+ 0.003
+ 1.14	+ 1.34	+ 1.55	+ 1.71	+ 1.90*	+ 1.65	+ 1.43	+ 1.24	+ 1.23	+ 1.19*	+ 0.71	0.19	— 0.003
— 1.93	— 1.66	— 1.44	— 1.39	— 0.81*	— 1.02	— 1.18	— 1.46	— 1.48*	— 1.40	+ 0.67	0.23	— 0.010
— 1.64	— 1.40	— 1.24	— 1.35	— 1.00*	— 1.12	— 1.31	— 1.63*	— 1.61	— 1.61	+ 0.63	0.26	— 0.005
— 1.14	— 1.02	— 0.84	— 0.67	— 0.81	— 0.96	— 0.98*	— 0.97	— 0.63	— 0.41*	— 0.57	0.30	+ 0.003
+ 0.55	+ 0.40†	+ 0.90	+ 0.77	+ 0.30*	+ 0.41	+ 0.31	+ 0.34	+ 0.44	+ 0.45*	— 0.15	0.53	+ 0.010
+ 0.42	+ 0.64	+ 0.73	+ 0.84	+ 1.02*	+ 0.74	+ 0.62	+ 0.43*	+ 0.77	+ 0.81	+ 0.59	0.33	— 0.002
— 1.10	— 0.98	— 1.02	— 0.91	— 0.71	— 0.91	— 0.95*	— 0.89	— 0.76	— 0.36*	— 0.59	0.38	— 0.003
— 1.92	— 1.68	— 1.45	— 1.38	— 0.97	— 0.93*	— 1.11	— 1.46	— 1.46	— 1.70*	+ 0.77	0.31	— 0.010
— 0.46	— 0.60	— 0.55	— 0.57	— 0.49	— 0.50*	— 0.47	— 0.35	— 0.01	+ 0.29*	— 0.79	0.31	— 0.001
— 1.10	— 1.15	— 1.18	— 1.16	— 0.72*	— 1.03	— 1.25	— 1.29*	— 1.19	— 1.03	+ 0.57	0.47	— 0.006
— 0.85†	— 0.32	— 0.01	+ 0.12	+ 0.02*	+ 0.01	— 0.28	— 0.72	— 0.91*	— 0.55	+ 0.93	0.34	+ 0.001
— 1.41	— 1.08†	— 0.61	— 0.16	— 0.17*	— 0.62	— 0.93	— 1.20	— 1.20	— 1.32*	+ 1.15	0.24	0.000
— 1.27	— 1.15	— 0.90	— 0.89	— 0.67	— 0.63*	— 0.66	— 0.90	— 1.03	— 1.37*	+ 0.74	0.46	— 0.005
— 1.73	— 1.82	— 1.70	— 1.62	— 1.39	— 1.56	— 1.62*	— 1.53	— 1.09	— 0.79*	— 0.83	0.42	— 0.004
— 1.62	— 1.61	— 1.46	— 1.73	— 1.57	— 1.78*	— 1.74	— 1.55	— 1.59	— 1.51*	— 0.27	0.73	+ 0.002
— 0.73	— 0.66	— 0.43	— 0.20	+ 0.16*	— 0.02	— 0.21	— 0.33	— 0.40	— 0.65*	+ 0.81	0.48	— 0.008
— 0.53	— 0.03	+ 0.23	+ 0.35	+ 0.76*	+ 0.43	+ 0.08	— 0.32	— 0.36*	— 0.36	+ 1.12	0.32	— 0.006
+ 3.05	+ 2.58	+ 2.22	+ 2.12	+ 2.30	+ 2.27*	+ 2.54	+ 2.88	+ 3.30	+ 3.30*	— 1.03	0.39	— 0.002
— 0.71	— 0.33	0.00	+ 0.51	+ 0.58*	+ 0.25	+ 0.09	— 0.26	— 0.68	— 0.79*	+ 1.37	0.24	— 0.003
— 0.52	— 0.58	— 0.39	— 0.41	— 0.52*	— 0.33	— 0.30	— 0.29	+ 0.17	+ 0.49*	— 1.01	0.43	0.000
— 1.36	— 1.18	— 0.98	— 0.62	— 0.25*	— 0.77	— 1.04	— 1.23*	— 1.04	— 0.93	+ 0.98	0.49	— 0.006
— 1.39	— 1.03	— 0.67	— 0.53	+ 0.08*	— 0.37	— 0.82	— 1.18	— 1.32*	— 1.18	+ 1.40	0.49	— 0.009
— 1.16	— 0.99	— 0.59†	+ 0.29	+ 0.22*	— 0.38	— 0.74	— 0.99*	— 0.85	— 0.63	+ 1.21	0.64	— 0.002
+ 1.98	+ 1.85	+ 1.60	+ 1.62	+ 1.29*	+ 1.12	+ 1.01	+ 1.19	+ 0.89	+ 0.59*	+ 0.70	0.78	+ 0.008
— 2.82	— 1.97	— 2.10	— 1.93	— 1.54*	— 1.88	— 2.06	— 2.86	— 3.17	— 3.61*	+ 2.07	0.38	— 0.006
— 0.59	— 0.93	— 1.41	— 1.44	— 1.31	— 1.40*	— 1.19	— 0.84	— 0.09	+ 0.27*	— 1.67	0.64	— 0.001
— 1.17	— 0.79	— 0.83	— 0.58	+ 0.03*	— 0.50	— 0.68	— 1.01	— 1.51	— 2.19*	+ 2.22	0.38	— 0.009
+ 0.02	+ 0.33	+ 1.00	+ 1.34	+ 0.67*	+ 0.24	— 0.18	— 0.47*	— 0.04	+ 0.34	+ 1.14	0.96	+ 0.015
+ 1.33	+ 1.01	+ 1.10	+ 1.14	+ 1.73	+ 1.69	+ 1.62*	+ 1.75	+ 2.18	+ 2.97*	— 1.35	0.86	— 0.012
+ 1.31	+ 1.19	+ 1.54	+ 2.00	+ 2.13	+ 1.76	+ 1.69*	+ 1.74	+ 2.41	+ 3.16*	— 1.47	0.95	— 0.004
— 0.60	— 0.26	— 0.21†	+ 1.07	+ 0.67*	+ 0.17	— 0.28	— 0.68	— 0.97	— 1.36*	+ 2.03	0.87	— 0.001
— 0.65	— 0.07	+ 0.92	+ 1.60	+ 1.58*	+ 0.72	+ 0.06	— 0.57	— 1.09	— 1.41*	+ 2.99	0.45	+ 0.002
— 0.56	— 1.07	— 0.89	— 0.23	— 0.22	— 0.96*	— 0.92	— 0.65	+ 0.66	+ 1.22*	— 2.18	0.97	+ 0.001
+ 4.28	+ 4.45	+ 4.62	+ 4.77	+ 3.38	+ 3.48	+ 3.58	+ 3.64*	+ 3.43	+ 3.17*	+ 0.47	0.40	+ 0.025
— 0.42	— 0.47	— 0.61†	— 1.33	— 0.08	+ 0.03*	— 0.01	— 0.28	— 0.49	— 0.50*	+ 0.53	0.83	— 0.019
— 5.37	— 5.73	— 5.83	— 5.61	— 4.42*	— 4.98	— 5.14*	— 4.94	— 5.10	— 5.05	+ 0.72	0.76	— 0.020
+ 0.17	+ 0.47	+ 0.72	+ 0.93	+ 0.21	— 0.02*	+ 0.70*	+ 0.55	+ 0.26	+ 0.21	— 0.72	1.55	+ 0.015
— 1.68	— 1.92	— 1.81	— 1.52	— 0.47	— 1.21	— 1.35*	— 1.34	— 0.68	— 0.15*	— 1.20	1.43	— 0.016
— 1.39	— 0.80	— 0.03	+ 0.23	— 0.22*	— 0.25	— 0.71	— 1.49	— 3.48	— 4.07*	+ 3.85	2.06	+ 0.006
— 45.6	+ 16.7	+ 71.9	+ 128.0									
— 28.6	+ 32.3	+ 72.9	+ 126.6									
15.0°	20.0°	25.0°	30.0°	30.0°	25.0°	20.0°	15.0°	10.0°	5.0°			
14.3—16.2	19.5—20.7	24.1—25.5	27.8—30.8									
60	60	57	53									

die tägliche Beschleunigung aus den beiden äußeren Dekadenpaaren der Prüfung berechnet hat, ist der Mittelwert beider Bestimmungen gleich C zu setzen.

Innerhalb der einzelnen Klassen werden die Chronometer nach dem Wert der Summe A + 2 B + C geordnet, wobei die Vorzeichen der Summanden nicht zu berücksichtigen sind.«

Aus der nachfolgenden Übersicht ergibt sich, daß sich die Chronometer prozentisch in folgender Weise auf die einzelnen Klassen verteilen:

Klasse	I	II	III	IV	V[1])
	66 %	21 %	11 %	2 %	0 %

Unmittelbar nach Schluß der Prüfung wurden die Chronometer, wie in den früheren Jahren, durch die an der Prüfung beteiligten Chronometermacher E. Bröcking in Hamburg, A. Kittel in Altona und A. Meier (in Firma Th. Knoblich) in Hamburg im Beisein des Direktors und der Beamten der Abteilung IV der Deutschen Seewarte einer Untersuchung auf ihren gegenwärtigen Zustand unterzogen. Auf Bitte der Deutschen Seewarte nahm außerdem der Chronometermacher E. Sackmann sen. in Altona an dieser Besichtigung teil. — Es wurden weder an den Unruhen noch an den Spiralen der Chronometer Rostspuren gefunden, deren Entstehung auf die Zeit oder die Art und Weise der Prüfung zurückgeführt werden konnte. Bei einigen Instrumenten zeigten sich geringe Farbenveränderungen des Öls, wie sie nach dem Urteil der Herren Einlieferer, auch unter normalen Verhältnissen im Laufe der Zeit einzutreten pflegen.

Um das Gesamtergebnis der soeben beendigten Prüfung beurteilen und mit den Leistungen in den früheren Jahren vergleichen zu können, ist in der folgenden Übersicht die prozentische Verteilung der Chronometer auf die einzelnen Klassen gegeben:

Klasse	I	II	III	IV	V	Σ
11. Wettbewerb-Prüfung	38 %	24 %	5 %	19 %	14 %	353
12. «	14	32	27	27	0	333
13. «	15	35	30	20	0	315
14. «	32	45	23	0	0	409
15. «	16	44	25	15	0	361
16. «	20	57	17	3	3	388
17. «	17	38	21	10	14	334
18. «	23	57	20	0	0	403
19. «	16	60	12	12	0	380
20. «	22	44	26	8	0	380
21. «	48	38	7	7	0	427
22. «	37	42	12	7	2	405
23. «	22	54	20	5	0	396
24. «	24	32	22	20	2	356
25. «	31	28	19	20	2	366
26. «	27	39	20	11	3	378
27. «	37	37	10	14	2	393
28. «	56	25	12	6	1	429
29. «	48	36	8	6	2	422
30. «	64	23	13	0	0	451
31. «	66	21	11	2	0	451

Zu der vorstehenden Zusammenstellung ist zu bemerken, daß bei der Verteilung der Chronometer auf die einzelnen Klassen überall diejenigen Grundsätze der Beurteilung maßgebend waren, welche seit der 22. Wettbewerb-Prüfung eingeführt worden sind. — Die Zahlen der am Schlusse angegebenen Spalte Σ sind aus der Gleichung

$$\Sigma = 5\,p_1 + 4\,p_2 + 3\,p_3 + 2\,p_4 + p_5$$

hervorgegangen, wo p_1 bis p_5 die voranstehenden Prozentzahlen bezeichnen. Demnach stellt die Zahl Σ in gewisser Hinsicht eine Verhältniszahl für die Gesamtleistung während jeder einzelnen Prüfung dar. Es liegt natürlich, wie bei jeder Klasseneinteilung, eine gewisse Willkür in einer solchen Beurteilung. — Der für die diesjährige Prüfung erhaltene Betrag $\Sigma = 451$ ist bisher erst einmal, nämlich bei der vorjährigen 30. Prüfung erreicht worden. Die Gesamtleistung kann deshalb, ebenso wie damals, als eine sehr gute bezeichnet werden.

Die von den einzelnen Fabrikanten eingelieferten Chronometer verteilen sich in folgender Weise auf die einzelnen Klassen:

Name	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V	Summe
W. Bröcking, Hamburg	8	1	1	—	—	10
L. Jensen, Glashütte i. Sa.	4	2	1	—	—	7
A. Kittel, Altona	—	2	—	—	—	2
Th. Knoblich (Inh. A. Meier) Hamburg	10	—	—	—	—	10
A. Lange & Söhne, Glashütte i. Sa.	7	2	1	—	—	10
F. Lidecke, Geestemünde	1	—	1	1	—	3
A. Mager, Brake a. W.	1	1	—	—	—	2
F. Schlesicky, Frankfurt a. M.	—	2	—	—	—	2
C. Wiegand, Peine	—	—	1	—	—	1
Summe:	31	10	5	1	—	47

Während in früheren Jahren stets eine größere Zahl von Instrumenten wegen zu großer Gang-Beschleunigung in tiefere Klassen versetzt werden mußte, war dies in diesem Jahre nur in drei Fällen erforderlich. Es mußte nämlich nur ein Instrument aus diesem Grunde statt der ersten der dritten Klasse und zwei statt der zweiten der dritten Klasse überwiesen werden. Dies Ergebnis kann also als ein recht erfreuliches bezeichnet werden und es ist zu hoffen, daß in Zukunft nur noch ausnahmsweise ein Instrument wegen zu großer Beschleunigung in eine niedrigere Klasse versetzt werden muß.

Die für Chronometer deutschen Ursprungs ausgesetzten Preise wurden für die folgenden Chronometer I. Klasse erteilt:

für das Chronometer	A. Lange & Söhne	Nr. 41	der erste	Preis	(ℳ 1200)
« « «	A. Lange & Söhne	« 59	« zweite	«	(« 1100)
« « «	L. Jensen	« 4	« dritte	«	(« 1000)
« « «	A. Lange & Söhne	« 47	« vierte	«	(« 900)
« « «	W. Bröcking	« 1906	« fünfte	«	(« 800)
« « «	F. Lidecke	« 280	« sechste	«	(« 700).

Nach Beendigung der Wettbewerb-Prüfung sind für sämtliche Chronometer die Temperatur-Koeffizienten abgeleitet worden. Es wurde hierbei die übliche Gangformel

$$g = g_0 + a\,(t - 15^\circ\,C.) + b\,(t - 15^\circ\,C.)^2$$

zugrunde gelegt. Die numerische Rechnung ist unter strenger Berücksichtigung der Methode der kleinsten Quadrate und mit Benutzung der früher mitgeteilten rechnerischen Abkürzungen (»Ann. d. Hydr. usw.« 1895, S. 388) durchgeführt worden.

Daraus ergeben sich für die einzelnen Chronometer die folgenden Werte und als Summe der übrigbleibenden Fehlerquadrate die in der Spalte [vv] angegebenen Beträge.

	Fabrikant	Nr.	a	b	[vv]		Fabrikant	Nr.	a	b	[vv]
	Klasse I.		sek	sek					sek	sek	
1	Lange	41	+ 0.015	+ 0.0010	0.00	15	Jensen	19	— 0.026	+ 0.0027	0.00
2	Lange	59	0.008	— 0.0005	0.01	16	Knoblich	3018	— 0.034	— 0.0004	0.04
3	Jensen	4	— 0.001	0.0000	0.01	17	Knoblich	3014	— 0.041	+ 0.0021	0.00
4	Lange	47	+ 0.001	+ 0.0012	0.02	18	Knoblich	2680	0.001	0.0027	0.00
5	Bröcking	1906	0.011	— 0.0003	0.00	19	Bröcking	1911	+ 0.027	+ 0.0017	0.16
6	Lidecke	280	— 0.015	— 0.0023	0.02	20	Bröcking	1919	0.034	+ 0.0020	0.01
7	Lange	61	— 0.016	+ 0.0001	0.01	21	Lange	53	— 0.036	— 0.0017	0.01
8	Lange	55	0.012	— 0.0018	0.01	22	Knoblich	3005	— 0.041	+ 0.0031	0.01
9	Knoblich	2553	— 0.022	+ 0.0014	0.00	23	Knoblich	2678	— 0.010	+ 0.0009	0.03
10	Knoblich	3016	+ 0.020	+ 0.0016	0.02	24	Bröcking	1917	0.030	0.0001	0.01
11	Knoblich	3015	— 0.022	— 0.0010	0.03	25	Mager	155	+ 0.038	0.0021	0.02
12	Knoblich	3010	0.029	0.0024	0.01	26	Jensen	17	0.051	0.0004	0.08
13	Bröcking	1918	— 0.006	+ 0.0001	0.01	27	Bröcking	1904	0.057	0.0001	0.03
14	Knoblich	2682	— 0.006	+ 0.0024	0.03	28	Jensen	23	— 0.046	+ 0.0017	0.01

Digitized by Google

	Fabrikant	Nr.	a	b	[v v]
			sek	sek	
29	Bröcking	1901	+ 0.007	+ 0.0035	0.01
30	Bröcking	1908	+ 0.039	+ 0.0030	0.02
31	Lange	39	+ 0.012	+ 0.0044	0.01
	Klasse II.				
1	Schlesicky	3027	+ 0.028	— 0.0011	0.06
2	Kittel	281	+ 0.089	— 0.0007	0.08
3	Jensen	20	— 0.085	+ 0.0032	0.06
4	Lange	56	+ 0.090	— 0.0015	0.05
5	Bröcking	1903	— 0.011	— 0.0052	0.05
6	Schlesicky	3028	— 0.066	+ 0.0044	0.03
7	Jensen	21	— 0.071	+ 0.0062	0.02
8	Kittel	278	+ 0.075	+ 0.0008	0.00
9	Lange	62	+ 0.106	— 0.0023	0.00
10	Mager	154	— 0.111	+ 0.0084	0.26
	Klasse III.				
1	Wiegand	22	+ 0.018	— 0.0021	0.01
2	Bröcking	1910	— 0.028	— 0.0007	0.03
3	Lidecke	270	— 0.008	+ 0.0021	0.08
4	Lange	45	— 0.007	— 0.0022	0.21
5	Jensen	22	— 0.053	+ 0.0068	0.06
	Klasse IV.				
	Lidecke	276	+ 0.202	— 0.0063	0.54

Die Deutsche Seewarte.

Die Eisverhältnisse des Winters 1907/08 in den außerdeutschen Gewässern der Ostsee sowie an der holländischen Küste.

Nach amtlichen Angaben und Zeitungsmeldungen.

I. Die Eisverhältnisse in den russischen und schwedischen Gewässern.

Die Bearbeitung der Eisverhältnisse des letzten Winters ist, um besser Vergleiche mit den Vorjahren herbeiführen zu können, in ähnlicher Weise erfolgt wie früher, soweit dieses mit den amtlichen Berichten vereinbar war. Die von den einzelnen Instituten eingesandten tabellarischen Zusammenstellungen, welche Aufschluß über die Eis- und Schiffahrtsverhältnisse in den betreffenden Gewässern gewähren, sollen auszüglich in dieser Arbeit wiedergegeben werden.

Schluß der Schiffahrt.

Bottnischer Busen. Ebenso wie im Winter 1906/07 kamen die ersten, auf den Schluß der Schiffahrt bezughabenden Nachrichten aus dem nördlichen Teil des Bottnischen Busens, um Mitte November. Am 14. November wurde das Feuerschiff »Norrströmsgrund« eingezogen, während das Feuerschiff »Sydostbrotten« seine Station am 22. verließ. Aus Lulea kommt am 1. und von Uleaborg am 6. Dezember die Meldung, daß die Schiffahrt in diesem Jahre als geschlossen zu betrachten sei. In Holmsund kamen am 17. November abends die Schlepper »Iggesund« und »Viken« von Stockholm, nach besonders schwieriger Fahrt von Ratan ab, das sie früh verlassen hatten, an; »Viken« hatte die von ihm geschleppten Leichter zurücklassen müssen. Fast auf der ganzen Strecke mußte das Schiff 9 Zoll starkes Eis forcieren. Das Feuerschiff »Nahkiainen« verließ seine Station am 6. Dezember, »Helsingkallan« am 3. und »Quarken Snipan« am 5. Dezember, so daß der nördliche Teil des Busens von da an geschlossen war.

Am 3. Dezember begann der Fluß zwischen Björneborg und Räfsö zuzufrieren, ebenso die Häfen in der Umgegend; der Hafen von Räfsö war aber erst am 13. größtenteils mit Eis bedeckt, während in Mantyluoto noch einige Dampfer zum Entladen erwartet wurden. Am 20. Dezember hat denn auch noch der Dampfer »Constantin« seine ganze Ladung im letzteren Hafen gelöscht, da er Raumo, wohin dieselbe bestimmt war, Eises halber nicht mehr erreichen konnte. Das Feuerschiff »Relandersgrund« wurde am 14. Dezember eingezogen.

Die Häfen an der schwedischen Seite des Busens waren auch in diesem Jahre länger zugänglich. Am 13. Dezember kommt von Hernösand die Meldung, daß die Schiffahrt im Bezirk noch unbehindert sei, sämtliche Häfen sowie der

Digitized by Google

Angerman-Fluß eisfrei seien. Die Feuerschiffe »Västra-Banken« und »Finngrund«, welche eigentlich ihre Station am 11. Dezember verlassen sollten, konnten bis zum 22. verbleiben, und das Feuerschiff »Grundkallen« wurde erst am 11. Januar eingezogen.

Am 30. Dezember war Hudiksvall trotz der strengen Kälte (—27°) noch für Schiffe offen, die Fahrrinne wurde durch die Eisbrecher »Iggesund« und »Anna« bis zur See offen gehalten; auch im Öregrund war die Schiffahrt noch in vollem Gange. Am 6. Januar, nachdem der Dampfer »Gerd« den Hafen verlassen hatte, war Hudiksvall für diesen Winter geschlossen, und am 8. wurde von Sundsvall Schluß der Schiffahrt gemeldet. In Gefle wurden die Winterseezeichen am 13. Dezember ausgelegt. Dampfer »Pontus« von Stockholm, welcher Skutskär am 10. Januar verlassen hatte, drang südwärts vor, mußte jedoch, da er das Eis nicht überwinden konnte, wieder umkehren und bei Bonan zu Anker gehen. Vom 15. Dezember bis 12. Januar wurde die Schiffahrt, wenn auch unter Schwierigkeiten, mittels Eisbrecher offen gehalten.

Am 24. Dezember wurde von Åbo gemeldet, daß das Eis jetzt seewärts bis nach Kollud und Notgrund reiche und in den letzten Tagen erheblich an Stärke zugenommen habe; der Eisbrecher »Avance« sei am 22. Dezember nach Kollud gegangen, um dem von Mariehamn einkommenden Dampfer gleichen Namens Hilfe zu leisten. Am 9. Januar war das Eis im Sunde, zwischen Nagu und Korpo, 6 Zoll dick, der Dampfer »Finnland« wurde mit Hilfe eines Eisbrechers in den Hafen gebracht.

In Hangö war die Schiffahrt am 9. Dezember für die gewöhnlichen Winterdampfer noch unbehindert, trotzdem die See infolge der strengen Kälte mit Eis bedeckt war. Der in der Nacht zum 27. Dezember eintreffende Dampfer »Oihonna« hatte auf seiner Reise von Reval nach hier eine schwere Fahrt; beim Mittelgrund stieß das Schiff auf starkes Packeis, durch das es sich rammend den Weg bahnen mußte.

Helsingfors meldete am 24. Dezember, daß der Eisbrecher »Sampa« den deutschen Dampfer »Rhein« aus dem Hafen gebracht und das Fahrwasser für den von Reval kommenden russischen Dampfer »Fortuna« aufgebrochen habe; außerdem seien noch am 23. zwei russische Dampfer angekommen; die See sei voll von westwärts setzendem Treibeise. An diesem Tage erfolgte dann aber Schluß der Schiffahrt, nachdem am 21. das Feuerschiff »Äransgrund« eingezogen worden war.

In Lowisa ist am 11. Dezember der Hafen geschlossen worden.

Von Pitkapassi, Kotka und Styrsudde wurden am 1. Dezember die See noch offen und die Schiffahrt unbehindert gemeldet; der Fjord zwischen Trångsund und Wiborg sei mit Eis bedeckt, jedoch werde eine schmale Rinne durch den lebhaften Verkehr für Dampfer offen gehalten, so daß noch am 30. November drei Schiffe angekommen seien; die Schiffahrt von Björkö neige sich ihrem Schlusse, eine Anzahl russischer Schiffe überwintere im Björkösund.

Das Fahrwasser nach Wiborg war am 26. November so mit Eis bedeckt, daß es dem Dampfer »Sodern« unmöglich war, dasselbe zu überwinden, er mußte nach Frederekshavn zurückkehren.

Finnischer Busen. Am 19. November wurde von Petersburg gemeldet, daß nur wenig Eis in der Newa, am 20. jedoch, daß das Revier voller Treibeis sei. Am 21. kam das Eis im Seekanal zum Stehen; die Dampfer »Vlieland« und »Heensterk« verließen den Hafen ohne ihre volle Ladung; außerdem gingen an diesem Tage noch 17 Dampfer und die übrigen am 22. in See. Da das Eis am 23. zwischen Kronstadt und Petersburg fest war, wurde die Schiffahrt geschlossen. In Kronstadt waren am 21. November Hafen und Fahrwasser voller Treibeis. Der Dampfer Oberbürgermeister »Haken«, der norwegische Dampfer »Jarl« und andere löschten auf Grund der Eisklausel die nach Kronstadt und Petersburg bestimmten Güter in Reval. Am 23. lagen hier noch zwölf, am 25. noch sechs Dampfer zum Laden, während die Schiffahrt am 9. Dezember endlich als geschlossen gemeldet wurde, nachdem am 21. November das Feuerschiff »London-Grund« und die anderen Sommerseezeichen eingezogen worden waren.

Digitized by Google

In Narwa, im südlichen finnischen Busen gelegen, war am 3. Dezember der Fluß voller Treibeis, die Reede von Hungerburg jedoch noch vollkommen eisfrei; am 23. Dezember war das Fahrwasser von Eis blockiert.

Von Reval wurde am 26. Dezember gemeldet, daß der südliche Teil des finnischen Busens, mitsamt der Revaler Reede, trotz der herrschenden Kälte eisfrei sei und noch täglich Dampfer ohne jegliche Hindernisse verkehren. Am 22. Januar kehrte der Eisbrecher »Carlos« von einer Dienstreise nach Nargen in den Revaler Hafen zurück; auf dem Wege waren ihm im Eise mehrere Spanten gebrochen worden. Der Eisbrecher »Jermak« ging am 23. Januar in See, um Dampfern Hilfe zu bringen. »Nekman-Grund-Feuerschiff« wurde am 16. Januar eingezogen, jedoch am 27. schon wieder ausgelegt. Die Schiffahrt scheint in Reval nach den vorliegenden Nachrichten überhaupt nicht ganz geschlossen gewesen zu sein, und die Eisverhältnisse im südwestlichen Teile des finnischen Busens dürften überhaupt keine allzu großen Schwierigkeiten bereitet haben.

Rigaischer Busen. Die Schiffahrt im Rigaischen Busen gestaltete sich ungleich schwieriger als im südlichen Teile des finnischen Busens. Die hier stationierten Eisbrecher, besonders der starke »Jermak« konnten nicht verhindern, daß der Verkehr für kürzere oder längere Zeit gänzlich lahm gelegt wurde.

Am 23. November schon wurde von Riga starker Frost und baldiger Schluß der Schiffahrt angekündigt. Die »Astarte« und andere Dampfer waren am 30. Dezember im Eise festgeraten, jedoch aus eigener Kraft wieder frei geworden. Außer der »Astarte«, die (mit Hilfe von zwei Dampfern) aus dem Eise befreit werden mußte, war auf dem Wege nach Riga der Dampfer »Theodor« aus Stettin am 31. außerhalb Arensburg im Eise festgeraten, jedoch wieder freigekommen und dann in Windau eingelaufen. Domesnäs konnte an diesem Tage nur von kräftigen Dampfern passiert werden. Der »Jermak« lag zur Hilfeleistung bereit; von Reval kommend, hatte er den schwedischen Dampfer »Kamma« freigemacht und in den Hafen von Domesnäs gebracht. Am 4. Januar war der Rigaische Busen und die Passage bei Domesnäs voll von starkem Treibeise, während Domesnäs von starkem festen Eise auf eine Entfernung von ungefähr 10 Sm blockiert war. Vier Dampfer und ein Dreimastschoner waren hier fest im Eise eingeschlossen. Mehrere Dampfer lagen in Bolderaa klar in See zu gehen; in Anbetracht des Treibeises auf der Barre war dieses jedoch nicht möglich. Am 10. Januar kehrte der Bergungsdampfer »Duma«, da er den gestrandeten Dampfer »Dora« Eises wegen nicht erreichen konnte, in den Hafen zurück.

Am 15. Januar war das Eis in der Düna unverändert fest, und das Seegat mit starkem Eise überschoben. Der »Jermak« begleitete am 16. alle reisefertigen Dampfer in die offene See. In der Nähe von Messaragotsem geriet er in so starkes Eis, daß er 7 Stunden arbeiten mußte, um sich wieder frei zu machen; die Dicke der übereinandergeschobenen Eismassen soll stellenweise etwa 4 Faden (ungefähr $7\frac{1}{2}$ m) betragen haben. Es mag hier noch Erwähnung finden, daß der »Jermak« bis zum 21. Februar 46 Dampfer durch die Meerenge von Domesnäs geleitet hat, von denen er zwölf schleppen mußte.

Von Libau und Windau sind nur sehr wenig Nachrichten über die Eisverhältnisse bekannt gegeben. Am 24. Dezember wurde von Libau strenger Frost gemeldet, am 26. ging der Eisbrecher »Ledokol« nach Windau; das Feuerschiff von Libau wurde eingezogen. Am 28. Dezember war die Außenreede frei von Eis; am 11. Januar waren Reede und Hafenmündung eisfrei, am Horizont jedoch Eismassen in Sicht. Das Feuerschiff von Libau wurde am 14. Februar wieder ausgelegt.

Die schwedischen Gewässer südlich vom Ålands-Haff. Aus den südschwedischen Häfen und Meeresteilen sind nur sehr spärliche Nachrichten über die Eisverhältnisse eingegangen, so daß auf die amtliche tabellarische Zusammenstellung verwiesen werden muß.

Von Stockholm wurde am 16. Dezember gemeldet, daß das Feuerschiff »Kopparstenarne« seine Station verlassen habe. Am 23. begann das Eis der Schiffahrt hinderlich zu werden; Sund und Kanäle im inneren Sandhamner

Fjord waren bereits mit so starkem Eise belegt, daß die Schiffahrt für dieses Jahr dort geschlossen werden mußte. Nach Meldung aus Stockholm vom 14. Januar war das Eis bei Sandhamn sehr stark gewesen, habe sich aber infolge der gelinden Witterung und des günstigen Windes mehr verteilt; das Eis im Kanholmsfjord sei recht schwer, bilde jedoch noch keine Gefahr für Dampfer, und es herrsche ebenso starkes Eis im Furäsund. Bei Isättra, in der Furäsundrinne, war der Dampfer »Stegeborg« eingefroren.

Nach Meldung aus Norrköping vom 7. Januar war das Eis im Sandvik- und Pampusfjord 12 Zoll dick, und wurde der Kanal durch Eisbrecher offengehalten.

Von Westerwik wurde am 11. Januar gemeldet, daß das Eis fest sei. Am 15. Januar kam von Kalmar die Meldung, daß die »Mathilda« im Kalmarsund in Treibeis geraten sei und durch Eisbrecher nach Karlskrona gebracht wurde, um dort zu überwintern. Das Feuerschiff »Utgrunden« wurde am 29. Dezember eingezogen.

In Malmö waren die Eisverhältnisse am 3. Januar trotz des strengen Frostes noch sehr günstig. Auch am 12. bereitete das Eis im Öresund der Schiffahrt noch keine großen Schwierigkeiten. Im Hafen hatte sich einiges Eis gebildet.

Gothenburg meldete am 15. Dezember, daß der Verkehr auf dem Göta-Kanal für dieses Jahr eingestellt sei. Am 4. Januar hatten sich die Eisverhältnisse schon recht schwierig gestaltet; der Eisbrecher Nr. 2 ging nach den Gothenburg-Schären ab, am 9. Januar waren die große Fahrrinne und der See eisfrei.

Norwegische Küste des Skagerraks. Von Kristiansund kam als erste Meldung am 29. Dezember, daß der Dampferverkehr zwischen Gjörik und Lillehammer Eises wegen eingestellt sei, die Dampfer nur bis nach Redalen führen und im Randsfjord die Dampfschiffahrt zu Neujahr eingestellt werden sollte. Am 6. Januar war das Eis auch unter Oestlandet bereits so stark, daß die kleinen Fjorddampfer Mühe hatten, durchzukommen; Eisbrecher waren in Tätigkeit. Am 11. März traf der Dampfer »Odin« von Gothenburg nach einer schwierigen Reise völlig vereist ein. Der Eisbrecher »Isbjörn« brach am 31. das Eis im Bundsfjord bis nach Naes auf.

Am 17. Dezember wurden von Frederekstad 17° Frost, jedoch noch keine Eishindernisse gemeldet.

Von Skien lief am 30. Dezember die Nachricht ein, das Eis in Telemarken sei bereits so stark, daß es die Dampferfahrt behindere, während die Schiffahrt in den umliegenden übrigen Gewässern noch unbehindert sei.

Die Eröffnung der Schiffahrt.

Die schwedischen Gewässer südlich von Ålands Haff. Von Ystadt wurde am 14. März gemeldet, daß die Leuchtboje ausgelegt worden sei.

Dann kam von Kalmar am 7. März die Nachricht, daß der südliche Teil des Kalmarsundes frei von Eis sei, jedoch noch schwere Eismassen in dem nördlichen Teil des Kalmarsundes lägen. Am 9. meldete ebenfalls Kalmar, daß das Eis im Kalmarsunde seewärts gebrochen sei, nachdem der Dampfer »Jarl« in Borgholm angekommen wäre; stellenweise, namentlich bei Skäggenäs, habe der genannte Dampfer 6 bis 7 Fuß dickes Eis angetroffen. Am 10. März ging der Postdampfer »Öland« nach Stora Böer, wo er nach dreistündiger Fahrt, ohne auf besondere Schwierigkeiten zu stoßen, ankam; die Dicke des Eises schwankte zwischen 8 bis 10 Zoll. Die westliche Fahrrinne des Sundes nach Norden hin war für Dampfer passierbar. Am 14. März wurde der Kalmarsund eisfrei. Das Feuerschiff »Utgrunden« hat am 21. März seine Station wieder eingenommen.

Westerwik meldete am 10. April, daß am 8. der »Jarl« eine Rinne durch das Eis in der Gamelbybucht bis zur Schiffsbrücke in Gamelby gebrochen habe; nach Verkebäk sei die Schiffahrt am 9. durch den Dampfer »Vidar« eröffnet worden und es sei eine ganze Anzahl Fahrzeuge von dem Lindötief nach Verkebäk und Gunnebo abgegangen; das Eis nach Verkebäk habe stellenweise noch eine Stärke von 14 Zoll.

Am 19. März meldete Norrköping, daß das Eis während der letzten Tage zwischen Häfringe und Oxelösund in letzter Nacht seewärts getrieben sei; am 31. März habe der Eisbrecher das Eis im Fjord bis zur Stadt aufgebrochen, so daß die Schiffahrt wieder eröffnet sei.

Stockholm meldete am 17. Februar, daß das offene Wasser jetzt bis nach Sandhamn und Landsort hinausreiche; nur ein Teil des Fahrwassers nach dort sei noch mit Eis bedeckt, so daß die Eisbrecher keine anstrengende Arbeit mehr hätten. Am 28. Februar reichte das offene Wasser von der Stadt bis nach Fjäderholmarna, während in allen Fjorden und Buchten außerhalb der Fahrrinne noch ziemlich festes, stellenweise 30 cm starkes Eis lag. Am 5. März wurde die Stora Vindäsens Leuchtboje im Dalarökanal ausgelegt. Das Feuerschiff »Almagrund« hat am 15. März seine Station verlassen und wartete bei Sandhamn eine Besserung der Eisverhältnisse ab, während das Feuerschiff »Svenska Björn« am 11. April seine Station einnehmen konnte.

Der Rigaische Meerbusen. Die Eisverhältnisse des Rigaischen Busens waren andauernd recht ungünstig. Am 5. Februar kam die Meldung von Bolderaa, daß der Dampfer »Runo«, nachdem der Eisbrecher das Seegat aufgebrochen hatte, in den Hafen gelangen konnte. Am 11. hatte sich im Fahrwasser viel Eis gebildet, das vom Eisbrecher wieder aufgebrochen wurde. In See war kein offenes Wasser sichtbar, so daß die Schiffahrt wieder eingestellt werden mußte. Am folgenden Tage erblickte man vom Hafen aus einen Dampfer bewegungslos im Eise, so daß »Jermak« zur Hilfeleistung hinausging. Am 13. kehrte »Jermak« unverrichteter Sache zurück, da sehr starke Eisschiebung nach der Küste zu stattfand.

Weitere Meldungen von Bolderaa am 17. Februar besagten, daß das Fahrwasser der Düna unverändert mit zerbrochenem Eise bedeckt, der Westhorizont aber eisfrei sei und der »Jermak« mit dem englischen Dampfer »Finnland« in den Hafen gekommen sei. Am 18. waren 2 Dampfer angekommen, und am 19. war das Eis in See aus Sicht getrieben.

Am 25. Februar waren die Mündung der Düna und das Meer in Sichtweite eisfrei. Dagegen war am 27. wieder die See nach allen Richtungen mit frischem Eise bedeckt, Dampfer konnten aber passieren. Am 28. war das Seeeis wieder aus Sichtweite getrieben.

Am 2. März war das Fahrwasser der Düna eisfrei. Während die See und das Fahrwasser der Düna bis zum 12. März eisfrei waren, hatte sich am 13. hier wieder junges zwei- bis dreizölliges Eis gebildet (seewärts nur Schlammeis), das nach Meldung vom 17. die Passage auch für starke Dampfer zweifelhaft machte.

Am 21. war die Düna wieder größtenteils eisfrei, in See war alles Eis aus Sicht getrieben. Nachdem sich dann nochmal am 26. März auf der Düna und in See junges Eis gebildet hatte, war am 1. April dort wieder alles frei von Eis.

Am 12. April endlich hatte der Eisgang auf der Düna seinen Anfang genommen, jedoch war die Abströmung, trotzdem die See offen war, äußerst gering.

Die Eisnachrichten wurden am 1. Mai eingestellt, nachdem am 21. April See und Düna eisfrei waren.

Am 20. März wurde von Riga gemeldet, daß der Meerbusen ungefähr 80 Seemeilen weit mit dickem Eise bedeckt sei und, da die Durchführung der Dampfer vermittels der Eisbrecher mit großer Gefahr für diese verbunden und außerdem äußerst kostspielig wäre, die Schiffahrt bis auf weiteres geschlossen worden sei. Der »Jermak«, welcher am 21. hier ankam, berichtete, daß die Eisverhältnisse draußen sehr schwierige seien. Aus Libau kam dann am 24. die Nachricht, daß der Zugang zum Hafen von Riga nunmehr endgültig durch Eis gesperrt sei, 9 dort liegende Dampfer seien schon beladen, könnten jedoch nicht ausgehen, trotzdem einige schon seit mehr als einer Woche seefertig seien. Auch mit »Jermaks« Hilfe, der am 23. nach Reval abgegangen war, sei es den Dampfern nicht möglich gewesen, sich durchzuarbeiten; obgleich letzterer schon am 23. früh in See ging, habe er Domesnäs noch nicht erreichen können; die nach Riga bestimmten Dampfer löschten ihre Ladung in Windau; der Eisbrecher »Ledokol II« habe Ordre erhalten, nach Riga zu gehen, um den dort eingeschlossenen Dampfern Hilfe zu bringen.

Digitized by Google

Am 28. März wurde dann ebenfalls über Libau gemeldet, daß »Ledokol II« bei Domesnäs eingetroffen sei, aber das Eis nicht weiter brechen könne.

Von Riga kam am 29. März die Nachricht, daß infolge der am 27. erfolgten Drehung des Windes Veränderungen im Eisstand bei Domesnäs eingetreten seien und sich bis nach Riga reichende Kanäle offenen Wassers gebildet hätten. Nachdem sich »Ledokol« am 27. März vergeblich bemüht hatte, die Eisstauungen zu durchbrechen, konnte er am 28. morgens, die gebildeten Kanäle im Eise benutzend, flott nach Riga dampfen. Am 31. vermochten die Schiffe den Hafen aber noch nicht zu verlassen.

Am 1. April kamen bei Domesnäs 4 Dampfer an, welche bis dahin wenig Schwierigkeiten durch Eis hatten; nur der am 31. März dort angekommene »Anglo Dane« geriet in der Nacht zum 30., da er zu hoch nach Norden gehalten hatte, in Packeis, vermochte aber ohne Hilfe wieder frei zu kommen. »Jermak« hatte, von Reval kommend, sehr schweres Packeis im Finnischen Busen zu überwinden, welches durch den Südwind von der Küste abgetrieben war; das schwerste Eis befand sich jedoch diesseit Domesnäs.

Am 3. April war die Passage gesperrt und das Eis nur mit »Jermak« zu überwinden, aber auch dann noch gefahrvoll; während am 5. zwei Dampfer hier eingetroffen waren, konnte keiner auslaufen. Am 10. und 13. April wurde wenig Änderung in den Eisverhältnissen gemeldet und am 14., daß die Passage noch immer durch die kompakten Eismassen schwierig sei. An diesem Tage kamen nachmittags 3 Dampfer an, während noch 2 in Sicht waren.

Endlich kam dann am 25. April die Meldung, daß die Passage nach Riga jetzt als unbehindert gelten könne, wenngleich auch noch in der Arensburger Bucht ungeheure Eismassen vorhanden seien; es sei dem »Ledokol« nach sechsstündiger Arbeit am 24. gelungen, eine norwegische Bark, die schon mehrere Wochen vor der Eiskante gekreuzt hatte und schließlich doch vom Eise erfaßt und vertrieben worden war, zu befreien und in das offene Wasser zu geleiten.

Von Pernau wurde am 13. April gemeldet, daß der Fluß eisfrei, am 2. Mai, daß der Hafen für die Schiffahrt wieder geöffnet sei.

Ferner mögen hier noch die von Domesnäs eingelaufenen Eisberichte Erwähnung finden, da die Beschaffenheit des dortigen Fahrwassers ausschlaggebend für den Gesamtverkehr im Rigaischen Busen ist. Am 8. Februar trieb das Schlammeis nordwärts, Dampfer konnten passieren, während am 14. von der Riffspitze westwärts längs der Kurischen Küste entlang festes Eis stand. Am 19. waren das Meer westwärts und der Meerbusen ostwärts eisfrei, Dampfer konnten unbehindert passieren. Am 11. März konnte der »Jermak« durch die treibenden kompakten Eismassen keine Dampfer durchbringen, er stand mit 5 Dampfern an der Ostseite des Riffs, und alle Dampfer wurden mit dem Eise westwärts zurückgetrieben; sie kamen jedoch abends wieder aus dem Eise heraus und konnten im offenen Wasser zu Anker gehen. Am folgenden Tage war südostwärts längs der Küste alles eisfrei; mittags brach »Jermak« das Eis zwischen Domesnäs und Runö. Am 17. März bildeten sich westwärts im Eise Flächen offenen Wassers und einige Schären. Im Meerbusen an der Kurischen Küste trieb das Eis langsam ab und ein breiter Kanal wurde südostwärts sichtbar, die Passage blieb jedoch noch gesperrt. Drei Dampfer kamen am 21. von Westen an, wo der Horizont eisfrei war. Am 25. März hatten sich infolge der während der letzten Zeit wehenden westlichen Stürme gewaltige Eisstauungen gebildet, die dem »Jermak« lange Trotz boten. Die Eisschichtungen hatten eine Stärke bis zu 40 Fuß und waren durch die starken Nachtfröste fest miteinander verbunden; durch allmähliches Abschälen der Masse gelang es schließlich, den Sperrwall zu sprengen. Auch am 26. war der Verkehr gesperrt; im Meerbusen, von der Riffspitze südwärts fortlaufend, bildete sich ein Kanal. Am 30. wurde gemeldet, daß die Eismassen nordwestwärts treiben, der Westhorizont eisfrei sei und im Meerbusen südostwärts überall kompaktes Eis lagere, die Passage noch immer gesperrt sei. Am 8. April war der Eisstand unverändert. Am 21. April befand sich eine große Menge Eis zu Domesnäs und im Busen, alle Dampfer hatten Schwierigkeiten, Riga zu erreichen.

Digitized by Google

Der Finnische Meerbusen. Die Eisverhältnisse im Finnischen Busen vom vergangenen Winter waren, besonders in dessen östlichem und nördlichem Teile, recht schwierig, im südlichen Teile dagegen konnte der Verkehr mit Hilfe der großen Eisbrecher, besonders des starken »Jermak«, meist aufrecht erhalten werden, wenngleich auch kürzere oder längere Störungen, verursacht durch ungünstige Windverhältnisse, nicht ganz zu vermeiden waren.

Von Reval, dem Haupthafen an der Südseite des Busens, wurde am 8. Februar gemeldet, daß wegen Schwindens des Eises schon am 22. Januar die Leuchtfeuer wieder angezündet worden seien und am 24. Handelsschiffe, trotzdem die Reede zum Teil mit Eis bedeckt war, ohne Eisbrecherhilfe unbehindert ein- und auslaufen konnten. Dieses war wohl den schon längere Zeit anhaltenden Südwinden zu danken, die die großen, vor etwa 10 Tagen von den Nordwinden hier angetriebenen Eismassen wieder fortgeschafft hatten. Unter dem 31. März wurde von Reval gemeldet, daß der Hafen für Dampfer wieder offen wäre, und später, daß das Feuerschiff »Saritscheff« am 4. April seine Station bezogen habe, während »Nekmanngrund« schon am 3. März ausgelegt wurde, trotzdem damals noch viel Treibeis in See war. In der Nacht auf den 17. wurde dies Feuerschiff von antreibenden Eisfeldern weggeführt und mußte Schutz suchend bei Dagerort anlaufen.

Am 2. Mai war die Kundasche Reede vollkommen eisfrei und die Schiffahrt hiermit eröffnet.

Narwa meldete am 18. April, daß der Fluß, und am 29., daß das Fahrwasser eisfrei sei.

Von der Nordseite des Meerbusens kam am 23. April aus Hangö die Nachricht, daß der vor dem Hafen entstandene Packeisgürtel mit den seit einigen Tagen herrschenden Nordwestwinden seewärts getrieben sei. Die Gewässer von Helsingfors waren schon einmal, am 8. Februar, eisfrei, so daß der Schoner »Joutsen«, der im Dezember durch Eis bei Porkala aufgehalten worden war, einlaufen konnte. Das Feuerschiff »Aeransgrund« bezog erst am 29. April seine Station.

Von Borga wird am 30. gemeldet, daß erst ein kleiner Teil des Haiko Fjords offen und in See noch eine Menge Treibeis sei.

Vom 1. Mai an fing in Lowisa das Eis an schwächer zu werden. Bei Svartholm und den äußeren Inseln lag noch immer starkes Eis, jedoch konnte am 8. Mai die Schiffahrt durch den Eisbrecher Tarmö eröffnet werden, und zwar für alle Arten von Schiffen.

Zwischen Wiborg und Trangsund wurde der Verkehr am 29. April eröffnet, zwischen Trangsund und Hochland herrschten jedoch noch schwierige Eisverhältnisse.

Am 5. Mai wurde die Schiffahrt im ganzen Wiborger Distrikt eröffnet.

Am 17. April war der Finnische Busen im Westen und Nordwesten eisfrei, im Osten befand sich jedoch noch festes, sonst allenthalben gebrochenes Eis. Das Eis brach langsam auf. Am 21. April war vor der Einfahrt im Hafen von Kronstadt bis zu den ersten Forts kein Eis mehr vorhanden, von da an lag jedoch, soweit das Auge reicht, festes Eis, ebenso wurde von Bjorkö am selben Tage gemeldet, daß der Meerbusen nach allen Richtungen mit Eis bedeckt sei, das besonders stark zwischen Seskär und Hochland wäre. Am 26. April kam in Kronstadt der »Jermak« von Reval an, der schweres starkes Eis auf dem Wege von Hochland angetroffen hatte. Ein bei Hochland am 2. Mai angekommener Dampfer konnte nur mit Hilfe des »Jermak« durchkommen, und ebenso erging es zwei anderen Dampfern, die am 5. nach Kronstadt gelangten. Das Eis brach jetzt schnell auf, so daß schon am 6. 15 eintreffende Frachtdampfer die Schiffahrt eröffneten. Im Meerbusen hatten die Dampfer aber noch Eisbrecherhilfe nötig. Der »Jermak« hat am 7. Mai noch 14 Dampfer aus dem festen Eise befreien müssen; er machte eine Fahrrinne durch das Eis, die es den Dampfern ermöglichte, Kronstadt zu erreichen. Vom Britischen Konsulat ging dem »Jermak« darauf die Nachricht zu, daß noch 20 Dampfer in der Nähe von Hochland im Eise eingeschlossen seien, zu deren Befreiung er alsbald in See ging.

Digitized by Google

Das Feuerschiff »London-Grund« wurde am 13. Mai ausgelegt und damit die Schiffahrt für alle Arten von Schiffen eröffnet.

Von Petersburg endlich kam am 16. April die Meldung, daß die Newa aufzubrechen anfange, und am 1. Mai, daß der Regen das Ladoga-Eis in Bewegung gesetzt habe, das in großen Massen die Newa hinunterziehe und den ganzen Fluß anfülle. Am 5. Mai kamen die ersten Dampfer in Petersburg an, womit die Schiffahrt eröffnet war. Es wird jedoch der 27. April alten Stils als offizieller Termin der Schiffahrtseröffnung angegeben.

Nordbotten. Nachdem seit etwa 2 Monaten, von Mitte Januar bis Mitte März, keinerlei Nachrichten über die Eisverhältnisse des Nordbottens eingegangen waren, kam am 14. März über Stockholm die erste Nachricht, die den Zustand des Eises an der schwedischen Seite folgendermaßen schilderte: Auf der Strecke Gefle—Lulea ist noch kein Hafen eisfrei. Bei Sundsvall ist die See bis 3 km von der Stadt frei von Eis und bei Hernösund liegt das Eis nur 1 km von der Stadt entfernt. Nördlich von Sundsvall ist in diesem Jahre kein See-Eis und vom Rödkallen Leuchtfeuer, bei Lulea, ist 2 km seewärts offenes Wasser zu sehen.

Von »Gefle« wurde ebenfalls am 14. Mai gemeldet, daß an der Nordlandsküste entlang, bis hinauf nach Örnskoldsvik schwere Eismassen lägen, die durch einen Oststurm von der finnischen Seite zugetrieben und zusammengepackt worden seien.

Der Lotsendampfer »Gefle« kam am 11. April in Öregrund an, und seit dem 12. April war der Öregrundgrepen für die Schiffahrt offen, nachdem der zwischen Djursten und dem Festlande gelegene Eisgürtel in der Nacht aufgebrochen und seewärts getrieben war.

Der schon seit einigen Tagen gemeldete Dampfer »Carolus« arbeitete im Eise nordwärts nach Skutskär zu, er hatte sich am 25. April bereits dem Lande ziemlich genähert; am 24. hatte sich noch ein zweiter Dampfer zugesellt, und beide versuchten nun, das Eis zu forcieren. Der Dampfer »Rosa« war bei Örskär liegen geblieben und wartete auf Besserung der Verhältnisse.

Die Feuerschiffe »Västra-Banken« und »Finngrund« wurden am 28. April ausgelegt, während das Feuerschiff »Grepen« am 2. Mai auf Station ging.

Am 4. Mai war das Eis in der Gefler Bucht so verteilt, daß es der Schiffahrt kein Hindernis mehr bereitete.

Stugsund und Söderhamn wurden am 29. April geöffnet.

In See, längs der Küste, ist viel Treibeis und noch kein offenes Wasser zu sehen. Das Forcieren des Eises ist, wegen der starken Schneedecke, sehr schwierig. Am 1. Mai wehte westlicher Wind, der das Eis in See trieb. Am 4. Mai hatten Eisbrecher das Eis aufgebrochen, und damit war die Schiffahrt eröffnet.

Am 4. April wurde über Sundsvall von Bremön gemeldet, daß innerhalb der Insel, bis nach Hernöklub noch ein gewaltiger Eisgürtel liege, außerhalb Bremön war kein Eis vorhanden. Am 25. April eröffnete der norwegische Dampfer »Baltik«, der am 24. Fjutholmen erreicht hatte, die Schiffahrt in Sundswall; ebenso sind 4 Segelschiffe dort angekommen. Am 27. April war die Schiffahrt ganz eröffnet.

In Hernösand konnte das Eis im Hafen am 30. März noch nicht gebrochen werden. Am 21. April wurde die Schiffahrt durch den Dampfer »Eva« eröffnet, als die See in der Nachbarschaft zum größten Teile eisfrei war. Geöffnet wurde der Hafen für alle Arten von Schiffen am 4. Mai.

Umea war am 12. Mai für alle Fahrzeuge geöffnet, während der Verkehr zwischen dort und Holmsund erst am 16. eröffnet werden konnte, ebenso nach Skellefteä. Der Dampfer »Ophalia« hat am 18. Mai den Eisgürtel zwischen Munksund und Pitsund durchbrochen, und an demselben Tage kam ein Frachtdampfer in Furugrund an. Unweit Lulea, sowie zwischen Södernäs und Gasören lag noch ein ziemlich starkes Eisband.

Örnsköldsvik meldete am 2. Mai, daß, nachdem das Treibeis von der Küste abgetrieben wäre, der Verkehr wieder offen sei. Am 1. Mai kamen der Dampfer »Eva«, am 2. ein anderer Dampfer und mehrere Segelfahrzeuge an.

Digitized by Google

Über Sundsvall kam von Lulea am 12. April die Nachricht, daß offenes Wasser in den Schären bei Kluntarne sei, welches sich ungefähr 1 Sm nach außerhalb erstrecke. Nach dem Berichte vom Dampfer »Hispania« konnte der Hafen erst am 23. Mai als eröffnet angesehen werden, als dieser Dampfer nebst fünf anderen dort ankamen; auf dem Wege nach Lulea sei überhaupt kein Eis gesichtet worden.

Von der finnischen Seite des Nordbottens kam am 23. März aus Åbo die Mitteilung, daß der Dampfer »Christian Ruß« auf der Reise von Hamburg nach dort $3^1/_2$ Tage im Eise gesessen habe, dann auf der Reise von Åbo nach Hangö die Schraube verloren habe, so daß er durch einen Eisbrecher eingeschleppt werden mußte.

In Raumo kamen am 31. April die »Iris« und »Gallenius« an, ohne auf See Eis angetroffen zu haben.

Von Björneborg kam am 29. April die Nachricht, daß der Fluß eisfrei und die Schiffahrt für alle Arten von Fahrzeugen geöffnet sei.

Der Eisbrecher »Murtaja« kam am 24. April von Åbo in Nystadt an, ging am nächsten Tage nach Raumo, wo er durch die nördliche Fahrrinne gegen Mittag eintraf; später dampfte er nach der südlichen Einfahrt, um diese ebenfalls zu öffnen.

Aus Mäntyluoto wurde berichtet, daß seit 4. April das offene Wasser ungefähr bis Kallo Leuchtfeuer, Rafsö Südspitze und Unibuoto reiche. Säbbskär Feuer wurde angezündet.

Am 16. April lag bei Rafsö noch schweres Packeis und der Verkehr nach dem Festlande fand noch über Eis statt.

Am 25. April waren die Häfen Mäntyluoto und Rafsö fast eisfrei; die schwedischen Schooner »Ebba« und »Ingeborg« kamen hier an.

Von Kristinestad wurde am 1. Mai gemeldet, daß innerhalb der Härkmeri Bake bis nach Östra Karlshamn und Margrund offenes Wasser vorhanden und nach Skatan zu offenes Wasser ohne Treibeis sichtbar sei. Das Feuer von Medeklubb wurde am 15., das von Mäntyluoto am 16. April angezündet.

Im Fahrwasser von Wasa gab es am 10. Mai noch so viel Eis, daß Eisbrecher allen kommenden und gehenden Schiffen Beistand leisten mußten. Am 16. Mai war die Einfahrt durch schweres Treibeis versperrt.

Der von Åbo nach Wasa bestimmte Dampfer »Norden« stieß am 13. Mai bei Rönneskär auf so schwere Eismassen, daß er sie nicht forcieren konnte, sondern nach Kaskö zurückkehren mußte.

Über die Eisverhältnisse in den Quarken wird zuerst unterm 27. März folgendes berichtet: Das ältere Eis nördlich der Valsörarna war am 21. d. Mts. aus Sicht. Seitdem hat jedoch eine Kälte von 5 bis 12° geherrscht, wodurch sich wieder neues Eis gebildet hat. Das junge Eis hat sich von dem festen Eisgürtel gelöst und treibt nach Snipans Grund hinüber, wo es sich mit den gröberen Eismassen zusammenpackt.

Dann wurde am 12. April von Valsörarna gemeldet, daß die Quarken noch mit Treibeis angefüllt seien, das südwärts ziehe, nach Norden zu undurchdringliche Eismassen zu liegen schienen, der feste Eisgürtel sich 2 bis 4 Sm nördlich von der Ritgrund Lotsenstation nach Storkallan und weiter nach Snipans Grund erstrecke.

Der am 20. Mai in Yxpila angekommene Eisbrecher »Tarmö« meldete, daß in den Quarken noch gewaltige Eismassen lägen und er einen Eisgürtel von 5 bis 6 Faden Dicke habe durchbrechen müssen.

In Nikolaistad war die Schiffahrt für Dampfer am 4. Mai offen.

Der Dampfer »Frida Horn« aus Stettin ist im Eise der finnischen Küste zugetrieben und am 27. Mai bei Karlso auf Tanvo, zwischen Brahestad und Uleaborg gestrandet.

**Tabellarische Zusammenstellung der Eisverhält
nach amtlichen Bericht**

1. Finnische Häfen.

(Nach Mitteilung der Meteorologischen Zentralanstalt der Finnis

Ort	Erste Eisdecke im Hafen	Schifffahrt geschlossen	Eis zu begehen	Eis zu befahren	Eis im aufgebroch.	g
mi	29. XI.	29. XI.	1. XII.	6. XII.	—	
aborg	27. XI. (äußeren) 21. XI. (inneren)	27. XI.	—	—	—	
hestadt¹)	5. XII.	14. XI.	—	—	—	
mla Karleby	12. XII.	6. XII.	—	—	—	
obstadt	13. XI.	—	—	—	?	10
olai-adt Wasa-Hafen²)	24. XI.	9. XII.	11. XII.	16. XII.	—	
Wasa-Wasklot³)	1. XII.	3. XII.	10. XII.	17. XII.	—	
stinestadt	12. XII.	—	—	—	—	
rneborg; Mantyluoto⁴)	10. XII.	4. I.	6. I. Rafsö	7. I. Meer offen	—	17 über
umo	12. XII.	15. XII.	16. XII.	20. XII.	—	
lsingfors	13. XII. (südliche)	28. XII.	16. XII.	20. XII.	—	
isa	1. XII. (Busen) 11. XII. (Walkom)	8. XII.	12. XII. überall	7. XII. Busen 15. XII. außerhalb	16. II. innerhalb Täktar	23
ka	13. XII.	—	—	—	—	
drikshamn	12. XII.	10. XII.	13. XII.	14. XII.	—	

Bemerkungen: ¹) »Tarmö« und »Murtaja« sind Eisbrecher. — ²)
m. 15. IV. 29 cm. Am 5. V. schweres Eis im Meere, die Schären mit g
V. — ³) Eisdicke: 1. I. 23 cm, 10. I. 40 cm, 1. II. 47 cm, 15. II. 48 cm, 1.
m. — ⁴) Offenes Wasser vom 29. XII. bis 15. III., worauf Treibeis in Me

2. Bericht vom Hangö-Leuchtt

(Nach Mitteilung, wie zu vorstehender Tabell

16. XII. — 1. I. Leichte, zunehmende Eisbildung. Am 23. und so daß die westliche Fahrstraße benutzt wurd See eisfrei bis 21., dann auch dort Eisbildung.

1. I.—15. I. Leichtes, wechselndes Eis, am 2. Eis unter Land Eis am 7., betretbar am 8., wieder zerbrochen leichtes Treibeis im Meere. Offenes Wasser bis

16. I.—31. I. Ganz unbedeutendes Eis, keine Hindernisse, leic Treibeis. Offenes Wasser andauernd bis Land.

1. II.—15. II. Keine Eisbildung. See und Schären offen, unbe

16. II.—29. II. Bis zum 21. kein Eis, dann bildete sich stellenw zusammengeschoben, den 28. eine Meile Süd vo von der russischen Seite immer mehr gegen Lan in See, ausgenommen am 25. und 26.

1. III.—15. III. Bis 9. leichtes Eis, der Oststurm verursachte et nicht hinderliche Eisverhältnisse. Die ganze Zeit stehend. Unbedeutendes Treibeis bis 9., See voll Baklandet, aber nach 9. nur einige Öffnungen 12 bi

16. III.—31. III. Bald schwereres, bald leichteres, nach dem 24. all dichtes, nach dem 24. leichteres Treibeis. Offe großer Entfernung, am 24. nicht sichtbar, späte

1. IV.—25. IV. Leichteres, abnehmendes Eis, den 10. und 20. E leichtes und abnehmendes Treibeis. Offenes W

um

III.

Kronstadt
Seskär
Hochland
Stenskär
Packerort
Taschkon
Filsand
Windau
Libau

Werder
Ust-Dwin
Runö-Ins
Domesnäs

Malmö
Malmö
Skanör⁸)
Trelleborg
Ystadt⁵)
Cimbrish
Åhus⁷)
Sölvesbor
Karlsham
Ronneby
Karlskror
Kalmar¹²)
Wisby¹³)
Slite¹⁴)
Fårösund
Oskarsha
Westervi
Arkösund
Norrköpi
Oxelösun
Nyköpingnes
Stockhol
Gefle²⁰)

Treibeis,
hindurch
⁴) Nur
— ⁸) We
eis im M
noch Tr
bis Stäng
Eis jense
wurde di
halten

Digitized by Google

3. Russische Gewässer.

(Nach Mitteilung der Hydrographischen Hauptverwaltung in St. Petersburg.)

Ort	Zugang	Aufgang	Treibeis	
			vom	bis
Kronstadt	14. XII.	5. V.	17. XI.	9. V.
Seskär	18. XII.	—	8. XII.	12. V.
Hochland	30. XII.	20. V.	15. XII.	11. V.
Stenskär	—	—	24. XII.	4. V.
Packerort	—	—	8. I.	20. IV.
Taschkona (Insel Dagö)	—	—	15. XII.	20. III.
Filsand (Insel Ösel)	—	—	14. XII.	20. IV.
Windau	—	—	1. I.	22. II.
Libau	—	—	14. XII.	8. IV.
Rigaischer Busen.				
Werder	16. XII.	15. IV.	15. XII.	1. V.
Ust-Dwinsk (Riga)	—	—	25. I.	22. III.
Runö-Insel	23. II.	30. II.	29. XII.	?
Domesnäs	Durch Eisbrecher offen gehalten		27. XII.	14. V.

4. Schwedische Gewässer.

(Nach Mitteilung des Königlichen Nautischen Meteorologischen Bureaus in Stockholm.)

Hafen	Zugang	Aufgang	Einlaufen unmöglich für		Einlaufen wieder möglich für		Größte Eisdicke in cm	Datum
			Segler	Dampfer	Segler	Dampfer		
Malmö, Hafen [1])	26. XII.	18. I.	—	—	—	—	—	—
Malmö, Reede [2])	29. XII.	18. I.	—	—	—	—	—	—
Skanör [3])	27. XII.	19. I.	29. XII.	—	19. I.	—	—	—
Trelleborg [4])	2. I.	7. I.	—	—	—	—	—	—
Ystadt [5])	—	—	—	—	—	—	—	—
Cimbrishamn [6])	—	—	—	—	—	—	—	—
Åhus [7])	28. XII.	3. I.	—	—	—	—	10	—
	8. I.	14. I.	—	—	—	—	—	—
Sölvesborg [8])	30. XII.	7. I.	30. XII.	—	7. I.	—	—	—
Karlshamn [9])	—	—	—	—	—	—	—	—
Ronneby [10])	30. XII.	14. I.	30. XII.	2. I.	14. I.	14. I.	20	13. I.
Karlskrona [11])	1. I.	24. I.	10. I.	—	18. I.	—	12	14. I.
Kalmar [12])	20. XII.	30. III.	8. I.	30. I.	4. III.	4. II.	25	—
Wisby [13])	—	—	—	—	—	—	—	—
Slite [14])	27. XII.	27. I.	8. XII.	—	27. I.	—	15	—
	13. III.	29. III.	14. III.	—	30. III.	—	—	—
Fårösund	14. III.	30. III.	15. III.	17. III.	1. IV.	30. III.	9	24. III.
Oskarshamn [15])	29. XII.	17. I.	14. III.	—	20. III.	—	25	17. III.
	14. III.	24. III.	—	—	—	—	—	—
Westervik [16])	29. XII.	1. IV.	29. XII.	—	10. II.	—	39	18. III.
Arkösund	28. XII.	3. IV.	—	—	—	—	10	15. III.
Norrköping [17])	16. XII.	16. IV.	18. XII.	—	5. IV.	—	47	18. III.
Oxelösund [18])	14. III.	23. III.	14. III.	—	23. III.	—	6	—
Nyköping	30. XI.	3. XII.	14. XII.	22. XII.	8. IV.	27. III.	55	—
	15. XII.	25. IV.	—	—	—	—	—	—
Stockholm [19])	26. XII.	14. IV.	29. XII.	—	14. IV.	—	—	—
Gefle [20])	16. XII.	30. IV.	16. XII.	12. I.	28. IV.	28. IV.	35	28. III.

Bemerkungen: [1]) Festes Eis an den Untiefen bis 1.5 Sm vom Strande; 29. XII. bis 19. I. Treibeis, unbedeutend 1. bis 21. I. — [2]) Schiffahrt möglich, auch für Segelschiffe den ganzen Winter hindurch. — [3]) Kein festes Eis. Treibeis unbedeutend 27. XII. bis 10. I. und 13. bis 15. III. — [4]) Nur Eisbrei. — [5]) Kein Eis. — [6]) Kein Eis. — [7]) Hafen mit Eisbrecher immer zugänglich gehalten. — [8]) Weder festes Eis noch Treibeis im Meere. — [9]) Kein Eis. — [10—11]) Weder festes Eis noch Treibeis im Meere. — [12]) Bedeutendes Treibeis 19. I. bis 27. III. — [13]) Kein Eis. — [14]) Weder festes Eis noch Treibeis im Meere. — [15]) Festes Eis im Sunde 14. bis 20. III. Kein Treibeis. — [16]) Festes Eis bis Stångskär 15. bis 19. III. — [17]) Hafen mit Eisbrecher für Dampfer zugänglich gehalten. — [18]) Kein Eis jenseit Höfringe. — [19]) Dampferfahrt den ganzen Winter hindurch. — [20]) Vom 15. XII. bis 12. I. wurde die Schiffahrt, obschon mit Schwierigkeit verknüpft, mittels Eisbrecher für Dampfer offen gehalten. Festes Eis in den Seestraßen 13. bis 25. III. Treibeis 10. bis 11., 20. bis 23. II. und 3. bis 13. III.

(Fortsetzung der Tabelle 4 auf S. 399.)

Hafen	Zugang	Aufgang	Einlaufen unmöglich für		Einlaufen wieder möglich für		Größte Eisdicke in cm	Datum
			Segler	Dampfer	Segler	Dampfer		
Söderhamn . . .	29. XI.	29. IV.	11. XII.	1. I.	2. V.	28. IV.	45	30. III.
Hudiksvall[1]) . .	18. XII.	10. V.	19. XII.	4. I.	10. V.	4. V.	65	—
Sundsvall[2]) . .	4. XII.	2. V.	16. XII.	28. XII.	1. V.	26. IV.	70	—
Hernösand . . .	16. XII.	7. V.	16. XII.	27. XII.	28. IV.	18. IV.	40	—
Örnsköldsvik . .	11. XII.	15. V.	12. XII.	22. XII.	9. V.•	1. V.	54	—
Holmsund[3]) . .	28. XI.	20. V.	29. XI.	19. XII.	15. V.	11. V.	60	—
Umeå[4])	27. XI.	20. V.	27. XI.	13. XII.	16. V.	16. V.	65	—
Ratan[5])	10. XII.	15. V.	12. XII.	18. XII.	13. V.	10. V.	53	—
Skellefteå	11. XII.	22. V.	11. XII.	15. XII.	21. V.	12. V.	40	—
Piteå.	31. X.	23. V.	2. XI.	28. XI.	23. V.	19. V.	45—60	—
Luleå[6])	13. XI.	25. V.	28. XI.	4. XII.	29. V.	25. V.	60	—
Råneå	19. XI.	28. V.	19. XI.	23. XI.	27. V.	27. V.	70	—
Salmis	28. X.	29. V.	25. XI.	27. XI.	31. V.	28. V.	90	—

Bemerkungen: [1]) Bedeutendes Treibeis 1. III. bis 8. V. Eisfrei erst am 15. V. — [2]) Unübersehbares Treibeis 12.—18. III. Treibeis 19. III. bis 7. V. Eisfrei 16. V. — [3]) Festes Eis im Meer 17. II. bis 16. IV. — [4]) Treibeis 28. XII. bis 19. V. — [5]) Sehr wenig Treibeis bis 2. VI. — [6]) Festes Eis im Meer 20. XII. bis 23. V.

II. Die Eisverhältnisse in den dänischen Gewässern.

Die Eisverhältnisse der dänischen Gewässer haben in dem Abschnitte »Isforholdene i de danske Farvande i Vinteren 1907—1908« des Nautisch-meteorologischen Jahrbuchs des Dänischen Meteorologischen Instituts wie im vorangehenden Winter eine Bearbeitung gefunden, der die folgenden Angaben entnommen sind.

Zufolge den Beobachtungen von Fanö, Skagen, Randers, Samsö, Bogö, Kopenhagen und Hammershus lag die Temperatur in den Monatsmitteln von Januar bis März über den vieljährigen Werten, ausgenommen im März, wo die Mitteltemperatur der drei ersten Stationen, also von Jütland und der Insel an der Westküste, etwas zu niedrig war; der Februar war um 1° bis 2°, in Skagen um fast 3° zu warm, der Januar in Skagen um 1,7° zu warm; im übrigen erreichten die Abweichungen aber nur vereinzelt 0.5°. Neben einzelnen Frosttagen wurde nur eine einzige eigentliche anhaltende Frostperiode, an denen die Tagesmitteltemperaturen unter dem Gefrierpunkt lagen, beobachtet — nämlich vom 25. oder 26. Dezember bis zum 2. oder 3. Januar, doch wurden besonders niedrige Kältegrade nicht erreicht. Wie im vergangenen Winter hatte Hammershus die höchste Mitteltemperatur, dagegen waren Randers an der Ostküste Jütlands und Fanö durch den größten Gesamtbetrag der unter 0° liegenden Mitteltemperaturen ausgezeichnet. Die Meeres-Oberflächentemperaturen zeigten in ihren Dekadenmitteln die niedrigsten Werte in den ersten Dekaden des Januar und Februar und Mittelwerte unter dem Gefrierpunkt nur im Limfjord, und zwar in Oddesund vom 1. bis 20. Januar und in Aalborg vom 1. Januar bis 10. Februar (im Mittel je — 0.8°). In Christiansö nahmen die Dekadenmittel der Meeres-Oberflächentemperatur bis zur letzten Dekade des Februar ab.

Das erste Eis wurde am 16. Dezember (Hafen von Vejle), das letzte am 27. März beobachtet (in Skive, Hafen und Fjord). Eis während mehr als eines Monats wurde beobachtet in den Fjorden Jütlands sowie im Hafen und Fjord von Prästö, in den Häfen von Roskilde und Vordinborg sowie auf dem Wasser zwischen Kallehave und Stege. Während im vorigen Winter neun Stationen mehr als zwei Monate lang Eis beobachteten, betrug die längste Dauer in diesem Winter nur 55 Tage (Mariager Fjord). Die Dicke des Eises wurde an 27 Stationen gemessen und ergab als höchste Werte 29 cm bei Skive, 25 bis 20 cm in Vordingborg und Randers Fjord sowie 20 bis 15 cm in Roskilde, am Eingang des Mariager Fjord und im Odense-Kanal. Im Durchschnitt war das Eis etwa 7 mm weniger dick als im Winter 1906/07; verglichen mit der Dicke, die das Eis in schweren Wintern sogar auf den Hauptverkehrsstraßen zu erreichen vermag, wie beispielsweise im Frühjahr 1893 im Sund eine Decke von 80 cm erreicht wurde,

Digitized by Google

war die Eisstärke im vergangenen Winter geringfügig. Da die Hauptverkehrswege eisfrei waren, so gelangte der Eissignaldienst nicht zur Tätigkeit. Feuerschiffe sind nicht eingezogen worden, wie dies in den letzten 30 Jahren in etwa der Hälfte der Fälle (17) auch nicht erforderlich gewesen ist, während die mittlere Dauer für die Entfernung der Leuchtschiffe von ihren Stationen ungefähr sechs Wochen beträgt, wobei sich als die äußersten Daten für die Verlegung der Feuerschiffe unter dem Zwang der Eisverhältnisse der 4. Dezember (1879) und der 4. Mai (1888, Lappen und Gedser) verzeichnet finden.

Die obige Abhandlung enthält in Tabellen für jeden Tag der Monate Dezember bis März und zusammenfassend für diesen Zeitraum, also den vergangenen Winter, von 118 Eisbeobachtungsstationen Angaben über die Beschaffenheit des etwa vorhandenen Eises nach einer zehnteiligen Skala und über den Grad der Erschwerung der Schiffahrt, wo, ebenso wie in Deutschland, unbehinderte Schiffahrt, Erschwerung und Schluß der Segelschiffahrt, Erschwerung der Dampferfahrt und Schluß der Schiffahrt unterschieden werden. Da diese Tabellen an der angegebenen Stelle zugängig sind, so kann von ihrer Wiedergabe hier abgesehen werden, doch soll nachstehend noch eine Übersetzung der den Tabellen beigegebenen kurzen Übersicht über die Eisverhältnisse der verschiedenen Gewässer hier geboten werden:

Die **Westküste Jütlands**. Die Küste selbst war eisfrei. In Graadyb gab es an etwa 14 Tagen etwas Treibeis. Im Ringköbing-Fjord wurde Eis im ganzen an 51 Tagen beobachtet, festes Eis aber nur Anfang Januar.

Der **Limfjord**. Im Thyborön-Kanal und in Nissum Bredning herrschte zwei Wochen lang Treibeis. Auch Oddesund und Sallingsund hatten ungefähr 14 Tage mit Eis, doch begann sich in diesen Gewässern festes Eis, wenn auch nur für wenige Tage, einzustellen. Von Lögstör bis hinter Nibe gab es ungefähr sechs Wochen lang Eis; bei Lögstör handelte es sich meist um Treib- und Packeis, hinter Nibe aber gab es festes Eis, das während zwei Wochen sogar jede Schiffahrt unmöglich machte. In Aalborg wurde nur wenig Eis beobachtet, zwischen Aalborg und Hals aber Treibeis und festes Eis während etwa zwei Wochen.

Das **Kattegat** war vollständig frei von Eis. In den Fjorden der Ostküste Jütlands fand sich etwas Eis, im Mariager Fjord während ungefähr acht Wochen (festes Eis während sechs Wochen), im Randers-Fjord während ungefähr sechs Wochen (festes Eis ungefähr zwei Wochen). Ebeltoft Vik, die Bucht von Aarhus und die Meeresteile um Samsö waren eisfrei. Horsefs-Fjord, der Hafen und Kanal von Odense hatten ungefähr vier Wochen lang Eis. Der Sund und seine Häfen waren eisfrei bis auf den Hafen von Kopenhagen, der an drei Tagen Schlammeis führte (»Brash ice«, a maß consisting of snow and water or of very small pieces of ice not yet frozen together).

Der **Große Belt** war eisfrei. Der Hafen von Nyborg beobachtete nur sehr wenig Eis, während derjenige von Nakskov etwa vier Wochen lang Eis hatte und die Segelschiffahrt dabei an 17 Tagen geschlossen blieb.

Der **Kleine Belt** blieb eisfrei. Im Vejle-Fjord und Kolding-Fjord fand sich Eis während vier bis fünf Wochen.

Die **Ostsee** und **Bornholm** beobachteten kein Eis. Der Praestö-Fjord hatte ungefähr sechs Wochen Eis.

Der **Isefjord** war eisfrei. Der Holbaekfjord und der Roskildefjord hinter Frederiksvaerk hatten vier Wochen lang Eis, während der Hafen von Roskilde $7^1/_2$ Wochen Eis beobachtete und für ungefähr sechs Wochen der Schiffahrt verschlossen war.

Die **Gewässer von Smaaland** nebst Storströmmen und dem Grönsund waren eisfrei, aber die Häfen und inneren Gewässer hatten etwas Eis. Vordingborg beobachtete $5^1/_2$ Wochen und Skelskör ungefähr $1^1/_2$ Wochen Eis. Zwischen den Inseln nördlich von Lolland und in dem Staaltief gab es $2^1/_2$ Wochen, in Bandholm ungefähr drei Wochen, im Guldborgsund ungefähr vier Wochen mit Eis. Bögestrommen hatte nur während etwa drei Wochen Eis, ausgenommen zwischen Kallehave und Stege, wo sich das Eis während fünf Wochen hielt.

Die Gewässer südlich von Fünen waren zwischen den Inseln und im Svendborgsund eisfrei; zwischen Marstal und Rudköbing aber wurde Eis während $2^1/_2$ Wochen angetroffen, ohne jedoch den Schluß der Schiffahrt herbeizuführen.

Nachstehend mögen noch für die hauptsächlichsten Hafenplätze die Angaben über die Zeit und Stärke der Behinderung der Schiffahrt durch Eis mitgeteilt werden. Es bedeuten von den beiden Zahlen neben den Ortsnamen die erste die Anzahl der Tage, an denen überhaupt eine Behinderung der Schiffahrt gemeldet worden ist und die zweite die Zahl derjenigen Tage, an denen mindestens die Segelschiffahrt geschlossen gewesen ist. Dann folgen die Daten, und zwar bedeuten die nicht eingeklammerten Daten, daß die Segelschiffahrt geschlossen war, die in ( ) gestellten Daten, daß die Dampferfahrt erschwert war und die in [ ] gestellten Daten, daß die Schiffahrt ganz geschlossen war.

Westküste: Esbjerg 5, 7; 6., 7., 10., 13. bis 16. Januar.
Limfjord: Lemwig-Hafen 2, 13; 1. bis 9. Jan., (10. bis 12. Jan.), 13. Jan.
Skive-Hafen 8, 44; (28. bis 31. Dez.), [1. bis 25. Jan.], (26., 27. Jan., 13. bis 25. März).
Aalborg (Ausfahrt) 0, 3; (9. bis 11. Januar).
Kattegat: Randers-Fjord 22, 2; 9., 10. Januar.
Horsens-Hafen 13, 10; 30. Dez. bis 2. Jan., 9. bis 14. Jan.
Odense-Hafen 16, 0.
Sund: Durchweg 0, 0.
Großer Belt: Nyborg-Hafen 1, 0.
Nakskov-Hafen 3, 17; 1. bis 17. Januar.
Kleiner Belt: Vejle-Hafen und -Fjord 21, 10; 29. Dez. bis 1. Jan., (2. bis 4. Jan.), 8., 9. Jan., (10. Jan.).
Fredericia-Hafen 0, 0.
Kolding-Hafen und -Fjord 31, 0.
Ostsee: Nysted Bredning 0, 0.
Isefjord: Holbaek-Hafen 5, 19; 2. Jan., (3. bis 18. Jan.), 19., 20. Jan.
Smaaland-Gewässer: Selskör-Hafen 0, 0; Stubbeköbing (Grönsund) 0, 0.
Bandholm-Hafen 5, 14; 1. bis 6., 8., 9. Jan., (10. Jan.), 11. bis 15. Jan.
Vordingborg-Hafen 2, 33; 30., 31. Dez., [1. bis 31. Jan.].
Fahrwasser südlich von Fünen: Faaborg-Hafen und Fjord 1, 0.
Rudköbing-Hafen 14, 0.
Marstal-Hafen 2, 0.

III. Die Eisverhältnisse in den holländischen Gewässern.

In den Niederlanden sind im vergangenen Winter zum ersten Male eine größere Reihe von Eisbeobachtungsstationen (69) an der Küste ähnlich wie an der deutschen Küste tätig gewesen, und das Ergebnis dieser Beobachtungen liegt bereits vor in dem Augustheft von »De Zee« unter dem Titel »Overzicht der ijswaarnemingen langs de Noordzee-en Zuiderzeekusten en mondingen der groote rivieren«. Neben einem Begleittext finden sich, getrennt für 1. die Nordseeküste, 2. den Zuydersee, die Watten und die Ysselmündung, 3. die Zugänge nach Rotterdam, Amsterdam, Dordrecht und Harlingen und 4. die südholländischen und seeländischen Flußmündungen, die Ergebnisse für den Winter zusammengefaßt; die Tabellen enthalten die Zahl der Tage mit Eis ohne Hinderung der Schiffahrt, mit Schluß der Segelschiffahrt bei offener Dampferfahrt, mit Schluß der Binnenfahrt, mit Schluß der Schiffahrt auch für große Dampfer sowie mit Eis überhaupt, und daneben noch die Daten für das erste und letzte Eis; die Daten der Tage mit Verhinderung der Schiffahrt usw. finden sich nicht angeführt. Wie in dem vorangehenden Abschnitt vermag auch hier auf eine Wiedergabe der bereits veröffentlichten Tabellen verzichtet zu werden.

Nach den Beobachtungen von 6 meteorologischen Stationen war der Dezember in den Niederlanden um etwa 0.7° und der Februar um etwa 1.5° zu warm, dagegen der Februar um etwa 1.5° bis 2.5° zu kalt, und zwar war der

Durchschnitt dieser Monate im Süden zu kalt und im Norden zu warm. Frostperioden wurden nur im Dezember und Januar beobachtet, vom 26. Dezember bis 6. Januar, vom 9. bis 15. Januar und vom 21. bis 25. Januar, wobei sich die letzte Periode durch anhaltenden dichten Nebel mit Reifbildung auszeichnete.

Das erste Eis zeigte sich kurz nach dem Eintritt der ersten Frostperiode bereits am 27. Dezember bei Muyden am Südufer des Zuydersees, am 28. bei Neustatenzyl im Dollart und auf der Südseite von Schiermonikoog sowie am 29. in größerer Ausdehnung im Osten des Zuydersees; am 30. und 31. wurde im ganzen Zuydersee Eis beobachtet wie auch bereits auf der Ostseite von Texel, und am 1. gelangte Eis bereits bei Ymuiden sowie aus den südholländischen Gewässern nach der Nordsee. Im übrigen wurde an der Nordsee Eis meist erst am 3. Januar, in Wielingen erst am 6. Januar beobachtet. Diese günstigen Eisverhältnisse an der Nordseeküste, die ihr Eis nicht vom Meere, sondern vom Zuydersee, den Flüssen und den Kanälen bei Ymuiden und Katwyk zugeführt erhält, traten nicht minder bei den Daten des letzten Eises hervor. Einige Küstenorte beobachteten nur von der ersten Frostperiode stammendes Eis, und durchweg wurde an der Küste sowie auch auf der Westseite der Watten ein bis zwei Tage nach der zweiten Frostperiode, also nach dem 17. Januar, kein Eis mehr beobachtet, ausgenommen dort, wo die Zuströmung des Eises stattfindet, in der Umgebung von Helder und Texel sowie bei Ymuiden. Die Daten des letzten Eises lassen ferner den Einfluß des Überwiegens der Westwinde sehr deutlich hervortreten, indem die Ostküsten der Binnengewässer, wo das Eis zusammengedrängt wird, im allgemeinen erheblich später eisfrei wurden; besonders zeigt dies der Zuydersee, auf dessen Ostseite sich das Eis nordwärts bis Makkum bis in den Februar, in Elburg bis zum 15., in Lemmer bis zum 18. und in Kraggenburg sogar bis zum 26. Februar, also noch 4 Wochen nach dem Ende der Frostperiode erhielt. Von Harlingen bis nach dem Dollart wurde das letzte Eis meist am 28. bis 31. Januar beobachtet, und dasselbe gilt vom Südwesten des Zuydersees, während die südholländischen Gewässer und auch die südöstlichen Teile der seeländischen Gewässer schon einige Tage früher eisfrei wurden.

Ziehen wir die Zahl derjenigen Tage in Betracht, an denen mindestens Erschwerung der Segelschiffahrt stattfand, so treffen wir an der Nordsee nur Ymuiden mit acht Tagen (an denen die Segelschiffahrt erschwert, die Dampferfahrt aber frei war) an; die übrigen Küstenorte haben von Eis nichts zu leiden gehabt. In zweiter Linie waren am meisten begünstigt die seeländischen Gewässer bis auf die östlichsten Teile und das Wattenmeer. Der Zugang von der Schelde nach Dordrecht wies in Willemstadt 24, Moerdyk 23 und in Dordrecht selbst 18 Tage auf, während die südholländischen Gewässer mit Ausschluß der Nordseeküste deren 21 bis 27 beobachteten. Diese Zahlen kommen denjenigen im Südwesten des Zuyder Sees nahe; der Osten des Sees zählte aber bis auf die relativ begünstigt hervortretende Umgebung der Ysselmündung teilweise erheblich mehr, Elburg und Makkum 44 Tage, an denen mindestens die Segelschiffahrt erschwert war. Am Dollart gab es 19, in Delfzyl 12 solcher Tage.

Die Unterschiede in den Eisverhältnissen treten noch schärfer hervor, wenn man nur die Tage berücksichtigt, an denen die Binnenschiffahrt, also auch die Fahrt für kleine Dampfer, geschlossen war. An der Nordsee fehlte es an solchen Tagen ganz und ebenso in den seeländischen Gewässern, während auf dem Wege von der Schelde bis Dordrecht, entsprechend der obigen Angabe, der Reihe nach 18, 17 und 10 gezählt wurden. Zieht man eine Linie von Enkhuizen (24) nach Makkum (29 Tage), so ergeben sich im Zuyder See südwärts dieser Linie 23 bis 33, in Elburg 43 Tage mit geschlossener Binnenfahrt, dagegen nordwärts jener Linie meist unter fünf. Im Norden beobachteten Südkamp 18 und Neustatenzyl 19 Tage mit geschlossener Binnenfahrt.

Ein Schluß der Fahrt für Seedampfer ist nur in Harlingen an einem Tage, in Oudeschild an zwei Tagen und in Dordrecht sowie im Brauershaven Gat in Ouddorp und Repart an je zwei Tagen eingetreten. Die Schiffahrt nach Rotterdam hat keiner Hilfsmittel bedurft, um einer Unterbrechung durch Eis

vorzubeugen, während zwischen Ymuiden und Amsterdam Eisbrecher an sechs Tagen tätig sein mußten, um die Fahrrinne offen zu erhalten. Im übrigen sind Eisbrecher in den niederländischen Gewässern im vergangenen Winter nicht in Tätigkeit gewesen.

Von den vier größten Handelshäfen waren also Rotterdam und Amsterdam durchweg für alle Dampfer erreichbar, dagegen Dordrecht an zwei Tagen und Harlingen an einem Tage für Seedampfer durch Eis gesperrt, was im ganzen gewiß als ein günstiges Ergebnis zu betrachten ist. Daß die Schiffahrt und Fischerei in dem Zuyder See und in den südholländischen Gewässern im Winter für kürzere oder längere Zeit gehemmt wird und sich dabei in ungünstigerer Lage als die übrigen holländischen Gewässer befindet, ist keine ungewohnte Erscheinung und in Übereinstimmung mit den Ausführungen in der genannten Abhandlung neben dem geringeren Salzgehalt des Zuyder Sees auch darauf zurückzuführen, daß jene Gewässer eine geringere Tiefe besitzen und das Eis bei niedrigem Wasserstand somit gute Gelegenheit findet, sich festzusetzen; dieser Umstand muß besonders auch bei dem von den Flüssen zugeführten Eis in Betracht kommen, das in solcher Weise in seinem Abfluß gehemmt wird.

Das Wetter im Winterhalbjahr 1907/08.

Zur Erläuterung der besprochenen Eisverhältnisse möge die nachfolgende Witterungsgeschichte des Winterhalbjahres dienen, welche die Temperaturverhältnisse in ihrer Abhängigkeit von der Luftdruckverteilung behandelt und sich dabei auf die am Morgen beobachteten Temperaturen, wie wir sie in den Temperaturkarten der Wetterberichte durch die Isothermen dargestellt finden, gründet.

Im Oktober 1907 stand das Wetter fast durchweg unter dem Einfluß eines über dem Osten des Erdteiles lagernden Hochdruckgebiets und von Depressionen über dem Westen Europas, so daß meist südliche Winde und mit Ausnahme des Nordostens mildes Wetter beobachtet wurden. Die erste Isotherme von 0° erschien am 4. über Innerrußland im Kerne des Hochdruckgebiets, die erste Isotherme von — 5° aber erst am 27. über Lappland und erhielt sich dann über Nordosteuropa bis Monatsschluß. Als größte Kälte wurde im Oktober — 9° am 28. von Moskau gemeldet.

Wechselvollere Witterungsverhältnisse brachte der November. Ganz Nord- und Mitteleuropa standen bis zum 9. unter dem Einfluß eines Hochdruckgebiets, dessen Maximum am 30. und 31. Oktober über Island nach dem Nordmeer vorgedrungen war, am 1. November über Mittelskandinavien lag und sich seit dem 4. November über die Ostsee nach Südosteuropa verlagerte. Auf seiner Vorderseite drangen kalte nördliche Winde über Rußland südwärts vor, und die Kälte breitete sich in der Folge durch Winde aus östlichen Richtungen über Kontinentaleuropa aus; am 7. erstreckte sich die Frostgrenze morgens westwärts bis nach den Niederlanden und wie auch an den beiden folgenden Tagen bis Süddeutschland, während sie über Nordeuropa bei westlichen Winden auf der Nordseite des Hochdruckgebietes ostwärts über Finnland hinaus zurückgewichen war. Vom Ozean heranziehende Depressionen, die meist in Ausläufern vom Nordmeer bis nach den Alpen reichten, führten bei vorwiegend westlichen Winden auch über Kontinentaleuropa mildere Witterung herbei und erhielten das Ostseegebiet bis zum 17. wesentlich frostfrei. Alsdann aber breitete sich das Hochdruckgebiet über Rußland, das an Höhe erheblich zugenommen und sein Maximum nordwärts verlagert hatte, westwärts über Mitteleuropa aus, so daß bei südöstlichen und östlichen Winden die Frostgrenze wieder über Kontinentaleuropa vordrang und am 22. und 23. bis Mittelfrankreich reichte; Skandinavien aber blieb unter dem Einfluß der die Ostsee überwehenden Winde fast frostfrei, während sich über Westrußland und Finnland strenge Kälte einstellte.

Wieder drängte eine vom Ozean kommende Depression die Frostgrenze über Kontinentaleuropa bis zum 27. November bis Rußland zurück, während ein in den letzten Tagen von Island nach den Britischen Inseln heranziehendes Hochdruckgebiet in Verbindung mit einer Depression im hohen Norden durch

Nordwestwinde Frost über Skandinavien und Nordosteuropa herbeiführte, der aber nur von kurzer Dauer war.

Im Dezember brachte zunächst jenes weiter nach Rußland ziehende Hochdruckgebiet bei westlichen Winden Tauwetter über Skandinavien, während über Kontinentaleuropa bei inlandigen Winden Frost eintrat; doch schon am 3. ließ ein von Island heranziehendes Minimum, das seinen Einfluß bis nach den Alpen ausdehnte und in der Folge Ausläufer über den Süden der Ostsee bis nach Westrußland entsandte, die Frostgrenze wieder nach Osten zurückweichen; bis auf den Nordosten war Kontinentaleuropa vom 4. bis zum 14. fast frostfrei. Über Rußland aber verlagerte sich das Hochdruckgebiet nach Lappland, und es stellte sich bei anhaltenden östlichen Winden strenge Kälte über Nordosteuropa ein, die seit dem 9. schnell zunahm; am Weißen Meere herrschten morgens vom 12. bis 15. Temperaturen unter — 30° und in Finnland weit verbreitet Temperaturen unter — 20°. Interesse verdient die Ausbreitung des Frostes über die Ostsee bei den anhaltenden östlichen Winden; morgens am 10. erreichte der Frost Hernösand, am 11. Stockholm, am 13. Visby und erst am 17. Bornholm und die Pommersche Küste.

Eine vorübergehende Ausdehnung des Frostgebietes über Kontinentaleuropa trat am 17. und 18. bis Mittelfrankreich und Italien im Rücken eines vom 13. bis 16. von den Britischen Inseln nach dem Schwarzen Meer ziehenden tiefen Minimums ein, als sich ein von Nordost- nach Südwesteuropa reichender Rücken hohen Druckes entwickelte. Das am 18. Dezember fast ganz Europa umfassende Hochdruckgebiet zerfiel aber, indem sich eine breite, über Jütland reichende Furche niedrigen Drucks ausbildete, die eine Verbindung zwischen der anhaltend über Nordwesteuropa beobachteten Depression und der nach Rußland verlagerten Depression herstellte, und unter der Einwirkung westlicher Winde war Kontinentaleuropa bereits am 19. Dezember wieder bis Ostdeutschland hin frostfrei. Nachdem zwei Teilminima längs jener Rinne niedrigen Drucks nach Rußland gezogen waren und vom 23. bis 25. ein Minimum vom norwegischen Meer südostwärts über Polen geschritten war, breitete sich im Rücken des letzteren das Hochdruckgebiet von Nordosteuropa unter starker Zunahme westwärts über Nordeuropa und zugleich südwärts drängend auch über Mitteleuropa aus. Vom 27. bis Ende des Monats verlief die Frostgrenze ziemlich gleichmäßig von Südrußland längs des Nordfußes der Alpen, der niederländischen und der norwegischen Küste nach dem Nordmeer.

Der Januar brachte den Ansturm von ostwärts ziehenden Depressionen im hohen Norden Europas und den höchsten Druck meist über Kontinentaleuropa; südwärts reichende Ausläufer bewirkten eine große Veränderlichkeit der Temperatur über Nord- und Mitteleuropa. Nachdem am 1. und 2. das Frostgebiet wenig verändert fortbestanden hatte, trat im Gefolge eines ersten Ausläufers am 4. über Norwegen, Südschweden und an der deutschen Küste Tauwetter ein (Memel am 2. morgens noch — 21°, dagegen schon am 3. Januar + 1°), und nach erneutem Frost am 6. brachte ein in der Nacht zum 7. längs der Küste vorbeiziehender Sturmwirbel abermals Tauwetter.

Während aber die Erwärmung am 3. und 4. in Deutschland auf das Küstengebiet beschränkt geblieben war, machte dieser Sturmwirbel durch seine starken Westwinde dem Frost, der in Kontinentaleuropa seit dem 27. Dezember geherrscht hatte und der sich bei südöstlichen Winden am 3. bis 5. sogar bis nach den Britischen Inseln ausgebreitet hatte, ein schnelles Ende; nachdem die Kälte in den mittleren Teilen des südwärts verlagerten Hochdruckgebiets stark zugenommen hatte und in Deutschland am 3. und 4. Januar weit verbreitet Temperaturen unter — 15° und noch am 6. unter — 10° beobachtet worden waren, erwiesen sich Frankreich und Deutschland am Morgen des 7. frostfrei.

Eine baldige Wandlung aber führte ein nachfolgender tiefer Sturmwirbel herbei, der vom 8. bis 10. vom Osteingang des Kanals nach Nordösterreich fortschritt und in Verbindung mit einem von den Britischen Inseln nachdrängenden Hochdruckgebiet, das sein Maximum vom 4. bis 11. Januar von Island bis nach der Mitte Kontinentaleuropas verlagerte, zunächst starke Nordostwinde im Gefolge

hatte, so daß das Frostgebiet wieder vordrängend am Morgen des 10. von Rußland bis nach der norwegischen Küste und Mittelfrankreich reichte; über Nordosteuropa herrschten zu dieser Zeit Temperaturen von — 25° bis — 36°. Eine neue, über Nordeuropa vordringende Depression brachte schon am 12. Tauwetter vom norwegischen Meere bis nach Westrußland, während erst eine zweite vom Ozean heranziehende Depression am 16. die Frostgrenze über Kontinentaleuropa ostwärts zurückdrängte. Am Morgen des 17. hatten nur Lappland und ein von Innerrußland nach den Alpen und Oberitalien reichendes Gebiet Frost, am folgenden Morgen war ganz Europa frostfrei; aber, der Jahreszeit entsprechend, stellte sich an den nächsten Tagen bei Nachlassen von Wärme zuführenden Winden alsbald wieder Frost ein.

Ein vom 20. bis 24. von Westen her Kontinentaleuropa durchquerendes Hochdruckgebiet hatte ausgebreiteten Frost, teilweise auch an der deutschen Küste, im Gefolge, während ein tiefes, über Nordwestrußland fortziehendes Minimum am 22. wieder fast ganz Skandinavien und Westrußland Tauwetter zuführte. Jenem Hochdruckgebiet nachfolgende, vom hohen Norden südwärts reichende Depressionen ließen an der westdeutschen Küste dann bis Ende des Monats anhaltend Tauwetter bestehen, und auch die ostdeutsche Küste beobachtete am Morgen nur vereinzelt Frost, während Mittel- und Nordschweden sowie Finnland seit dem 25. andauernd Frost und an den beiden letzten Tagen wieder strenge Kälte zu verzeichnen hatten.

Dieselbe, durch tiefe, über Nordeuropa fortschreitende und weit nach Süden ausgebreitete Depressionen gekennzeichnete Wetterlage erhielt sich auch im Februar, bis sich nach Mitte des Monats über Innerrußland ein andauerndes Hochdruckgebiet einstellte, das dem Vordringen der Depressionen nach Osten ein Hindernis entgegenstellte und andauernde südöstliche Winde über dem Osten Europas zur Folge hatte.

Nachdem eine vom 31. Januar bis 2. Februar vom norwegischen Meere nach Westrußland vordringende Depression durch nördliche Winde auf ihrer Rückseite leichten Frost an der deutschen Küste und am Morgen des 2. vorübergehend wieder ein von Rußland bis nach der norwegischen Küste und Mittelfrankreich reichendes Frostgebiet herbeigeführt hatte, brachten die nachfolgenden Depressionen bei Winden aus westlichen Richtungen unserer Küste wieder Tauwetter, das mit vereinzelten und kurzen Unterbrechungen (besonders am 10. an der Ostseeküste) ostwärts bis Pommern bis Monatsende anhielt, indessen die preußische Küste meist leichten Frost beobachtete. Während Westrußland sehr wechselnde Verhältnisse im Februar aufwies, hatten Finnland und der Bottnische Busen fast durchweg Frost.

Die durch ein Hochdruckgebiet über Rußland gegenüber tiefen, meist ganz West- und Mitteleuropa bedeckenden Depressionen gekennzeichnete Luftdruckverteilung mit überwiegenden Winden aus südlichen Richtungen über Mittel- und Osteuropa erhielt sich wenig verändert noch bis zum 8. März. Während Nord- und Nordosteuropa meist mäßigen Frost beobachteten, herrschte eine Temperatur um 0° an der deutschen Küste, und im Gefolge eines langsam nach der Nordsee vordringenden und dort zunächst verweilenden tiefen Teilminimums stieg die Temperatur noch weiter. Eine durchgreifende Wandlung der Wetterlage erfolgte in den Tagen vom 9. bis 15. März, indem sich eine sehr tiefe Depression unter schneller Verflachung von Schottland (725 mm) südostwärts über Polen hinaus verlagerte und gleichzeitig das Hochdruckgebiet von Rußland über Lappland nach Nordskandinavien zog, um dann im Rücken der abziehenden Depression südwärts vorzudringen. Nachdem sich bei östlichen und nordöstlichen Winden zunächst über dem Norden Europas strenge Kälte eingestellt hatte, breitete sich der Frost bei nordöstlichen Winden südwärts aus, und bereits am 13. reichte das Frostgebiet wieder von Rußland bis nach der Küste Norwegens und Frankreich. Das Hochdruckgebiet bedeckte am 14. März fast ganz Europa; es schritt mit seinem Kern ostwärts nach Westrußland und blieb bis zum 28. westwärts bis nach dem norwegischen Meer und bis Monatsschluß bis über die Ostsee ausgebreitet, während sich der Kern über Rußland zunächst nordwärts

und in den Tagen vom 23. bis 28. von Finnland über Schweden und den Süden der Ostsee nach Südosteuropa verlagerte. Winde südöstlicher Herkunft führten nach meist leichtem Frost bereits am 18. an der westdeutschen Küste wieder Tauwetter herbei und in der Folge wurde an der deutschen Küste fast nur noch über Preußen leichter Frost beobachtet, bis am 29. eine vom Ozean vordringende Depression auch hier dem Frost ein Ende machte und die Frostgrenze am 31. März auch über Westrußland und Finnland zum Weichen nach Osten brachte.

Die deutsche Küste blieb nach März morgens frostfrei, während in verschiedener Ausdehnung über Nordwestrußland und teilweise auch über Skandinavien vom 2. bis 8. und 10. bis 12. April bei Winden östlicher Herkunft und sodann bei Winden meist nördlichen Ursprungs vom 18. bis 23. April und vom 2. bis 7. Mai (am letzten dieser Tage in Archangel noch —10°), noch Frosttemperaturen auftraten. Interesse verdient, daß am 23. und 24. April durch die nördlichen Winde noch über Schottland Frost hervorgerufen wurde, über einem Gebiet, wo Temperaturen unter Null verhältnismäßig selten beobachtet werden.

Die Deutsche Seewarte.

Die Bedeutung einer internationalen Erforschung des Atlantischen Ozeans in physikalischer und biologischer Hinsicht.

Auf dem IX. Internationalen Geographenkongreß, der in Genf vom 27. Juli bis 6. August d. Js. getagt hat, ist in der Sektion VI für Ozeanographie, welcher in Abwesenheit des Altmeisters der Meeresforschung, Sir John Murray-Edinburgh, Prof. O. Krümmel-Kiel präsidierte, seitens des Prof. O. Pettersson-Stockholm und des Unterzeichneten gemeinsam in zwei Vorträgen die Notwendigkeit einer tunlichst baldigen Inangriffnahme der Erforschung des Atlantischen Ozeans auf internationaler Grundlage erörtert und durch Heranziehung der physikalischen und biologischen Verhältnisse begründet worden. Diese am 28. Juli gegebenen Ausführungen gipfelten im wesentlichen in den nachstehenden Sätzen.

I. Die Erforschung des Atlantischen Ozeans ist eine der wichtigsten der in der nächsten Zukunft in Angriff zu nehmenden Aufgaben auf dem Gebiete der Meereskunde.

1. In ozeanographischer und klimatologischer Beziehung.

Alle neueren Tiefsee-Expeditionen haben sich von Europa aus südwärts gewandt und hauptsächlich die östliche Hälfte des südatlantischen Ozeans berücksichtigt. Über die interessanten und verwickelten Verhältnisse des Nordatlantischen Ozeans in seiner westlichen Hälfte, also im Bereich des Golf- und des Labradorstromes, sind aber seit den Tagen der »Challenger«-Expedition keine systematischen mit modernen Instrumenten und nach modernen Methoden ausgeführten ozeanographischen Tiefseearbeiten zu verzeichnen, und doch dürften die Vorgänge im Westen des Ozeans den Schlüssel bieten zum Verständnis der Vorgänge im Osten, d. h. an der europäischen Seite.

Es fehlt vor allen Dingen jeglicher Anhalt über die Größe und Gesetzmäßigkeit der wechselnden Stärke- oder Wärmeschwankungen der atlantischen Strömungen; es gilt in dieser Hinsicht erst ein Fundament für alle späteren Forschungen zu schaffen.

Die unperiodischen Änderungen der Wärmeführung, insbesondere die des atlantischen Stromes (Golfstromes), sind für Westeuropa von allererster Bedeutung, sie sind offenbar »immanent«, d. h. ihre Ursachen müssen im atlantischen Strom selbst gesucht werden, woraus die Notwendigkeit der Erforschung des atlantischen Stromes in der Richtung nach seiner Herkunft, also weiter nach Westen hin, folgt. Durch grundlegende Untersuchungen verschiedener Forscher erscheint der tiefgehende und weitreichende Einfluß dieser unperiodischen atlantischen Wärmeänderungen auf die Witterung, ja sogar auf die Vegetation einschließlich der Ernteerträgnisse nachgewiesen. Ein Studium der letzten Ursachen dieser

Änderungen darf daher nicht nur ein rein wissenschaftliches, sondern auch ein hervorragend praktisches Interesse beanspruchen.

2. In meteorologisch-aerologischer Hinsicht eröffnet sich bei einer Ausdehnung der meereskundlichen Forschungsfahrten auf den Atlantischen Ozean ein bisher nahezu ganz unerschlossenes Arbeitsgebiet: nämlich die Erkundung der physikalischen Verhältnisse der höheren Schichten der Atmosphäre über diesem Meere. Auch hier erscheinen Untersuchungen in den vierziger und fünfziger Breiten für Westeuropa besonders wichtig, weil im wesentlichen auf ihnen die großen Zugstraßen der barometrischen Depressionen west-östlich und südwest-nordöstlich verlaufen und der Witterungscharakter der europäischen Länder in erster Linie von der Richtung und Häufigkeit dieser atmosphärischen Bildungen bestimmt erscheint.

Dabei ist das Ineinandergreifen der unter 1. genannten ozeanographischen Faktoren und der hier genannten meteorologischen Faktoren ein derart enges und inniges, daß heute noch nicht einmal klar gesagt werden kann, wieweit die Einzelfaktoren ursächlich (aktiv) wirken und wieweit sie selbst anderen Einwirkungen (passiv) unterliegen.

3. Auf biologischem Gebiete.

Nachdem die Auffindung der bisher unbekannten Jugendstadien des Aals westlich von Irland usw. in Tiefen von 1000 m gezeigt hat, wie weit seewärts Nutzfische unter Umständen ihr Verbreitungsgebiet ausdehnen, und nachdem z. B. auch durch Hjorts Arbeiten Jungfische in den landfernen Tiefen des europäischen Nordmeeres festgestellt worden sind, darf man bei einer Ausdehnung der Fischereiversuche auf den offenen Atlantischen Ozean, besonders den Nordatlantischen und die Ostseite des Südatlantischen, noch mancher Überraschung gewärtig sein.

Wesentlich ist dabei im Hinblick auf Fischereifragen der westeuropäischen Staaten das genaue Studium der jahreszeitlichen und regionalen Änderungen des atlantischen Planktons, denn das Plankton als die Urnahrung des Meeres muß direkt und indirekt die Wanderungen der Nutzfische beeinflussen.

4. Die seit 1902 bestehende, großartige »internationale Meeresforschung« zur Erkundung der west- und nordwesteuropäischen Meere verlangt in letzter Linie die Erkundung auch des anschließenden Atlantischen Ozeans; denn Englischer Kanal, Nord- und Ostsee sind nur unselbständige Teile und Randgebiete dieses Weltmeeres, und eine Erkenntnis der Wärme-, der Strömungsverhältnisse usf. dieser Nebenmeere bleibt stets unvollständig, solange wir über die entsprechenden Zustände des Atlantischen Ozeans, von dem sie abhängen, nicht unterrichtet sind. Die bestehenden internationalen Untersuchungen in den heimischen Gewässern finden ihre naturgemäße Fortführung und unentbehrliche Ergänzung nur in atlantischen Untersuchungen.

II. Für die Erforschung in erster Linie empfehlenswerte Gebiete des Atlantischen Ozeans.

5. Eine Schnittlinie von Fair Isl. oder Pentland-Firth nach Belle-Isle-Strait quer über den Labradorstrom. In den neufundländischen Gewässern sind von kanadischer Seite während der letzten Jahre wichtige Arbeiten ausgeführt worden, die in Zukunft an eine internationale Untersuchung des Atlantischen Ozeans anzuschließen möglich sein sollte.

6. Die große Route zwischen Englischem Kanal und der Ostküste Nordamerikas, d. h. die vierziger und fünfziger Breiten. Diese Gegend ist, obwohl auf ihr der weitaus lebhafteste Schiffsverkehr der ganzen Welt stattfindet, doch eine der wissenschaftlich unbekanntesten Regionen aller Ozeane. Zwar haben viele Kabelleger das unterseeische Bodenrelief abgelotet, aber damit erschöpft sich auch fast ganz unsere Kenntnis. Keine der Tiefsee-Expeditionen, weder eine der älteren noch eine der neueren — mit Ausnahme der »Challenger«-Expedition —, ist hier im Gebiet der Golfstromtrift und der Zugstraßen der atlantischen Depressionen tätig gewesen. Obwohl im Hinblick auf die Bedeutung des Golfstromes für das westeuropäische Klima die europäischen Staaten von einer Erforschung

Digitized by Google

dieses Meergebietes sagen könnten und müßten: *nostra res agitur,* bestätigt die Geschichte der Meeresforschung auch hier wieder die Erfahrungstatsache, daß so oft das Nächstliegende über dem Fernerliegenden vernachlässigt wird.

7. Eine Schnittlinie zwischen einem Punkte an der marokkanischen und der amerikanischen Küste, etwa bei Kap Hatteras. Auf dieser Strecke scheinen höchst wichtige in die Zirkulation des Ozeans tief eingreifende dynamische Faktoren wirksam zu sein. Es würde von dieser Sektion der sogenannte »Cold wall«, der Golfstrom, der nördlichste Teil des Sargasso-Meeres und die kalte Auftriebregion an der afrikanischen Küste getroffen werden.

8. Entsprechende Lotreihen in Nord-Süd- oder Nordost-Südwest-Richtung nach Pará hin, tunlichst den Guinea-Strom anschneidend, würden das Bild der nordatlantischen Zirkulation ergänzen und Material für die quantitative Darstellung und Berechnung der in diesem Teil des Ozeans existierenden hydrodynamischen Kraftfelder ergeben.

9. Hinsichtlich einer Hineinziehung des Südatlantischen Ozeans genügt es, daran zu erinnern, daß in Argentinien sowie in der Kapkolonie für die Erforschung der angrenzenden Meeresgebiete ein reges, ja tatkräftiges Interesse sich gezeigt hat, welches als mitwirkender Faktor in einer künftigen internationalen Vereinigung zu berücksichtigen ist. Auch ist für das Jahr 1910 und die folgenden Jahre eine Erneuerung der verdienstvollen schottischen Expedition nach dem Weddell-Meere in Aussicht gestellt.

III. Methodisches.

10. In regelmäßigen Zeiträumen nach dem Muster der in Nord- und Ostsee üblichen internationalen Terminfahrten wiederholte Reisen auf den vorgenannten verschiedenen Schnittlinien des Atlantischen Ozeans versprechen den weitaus größten und einen vollkommenen Erfolg. Doch ist sogleich zu bemerken, daß zunächst nur während eines Jahres eine solche synoptische ozeanographische Aufnahme empfohlen wird; es handelt sich um eine erstmalige Rekognoszierung der tieferen Wasserschichten.

11. Obligatorisch für die international an den Tiefseestationen Beteiligten müßten folgende Beobachtungen gelten:

a) Salzgehalt in bestimmten Tiefen,
b) Temperatur in bestimmten Tiefen,
c) Planktonentnahme,
d) Bodenprobenentnahme.

12. Obligatorisch sollte fernerhin sein die Benutzung der internationalen Normen und Konstanten, metrisches Maß, Celsius-Grade, Standard-Methoden bei Analysen.

13. Höchst wünschenswert wären Strombeobachtungen von verankerten Schiffen oder Bojen in bestimmten Gegenden, z. B. in der Florida-Straße, im Bereich der Neufundlandbank, auf dem Wywille Thomson-Rücken, in der Gibraltar-Straße usf.

14. Fakultativ wären:

a) Bestimmungen der Gase,
b) Bestimmung der Alkalinität,
c) Bestimmung der Radioaktivität,
d) Aussetzung von Treibkörpern.

15. Wünschenswert ist auch die tunlichste Aufarbeitung wenigstens der obligatorischen Beobachtungen gleich an Bord.

16. Neben den atlantischen Terminfahrten für Untersuchung der Tiefseeschichten sollten Oberflächenbeobachtungen in ununterbrochener Reihenfolge, jedoch hauptsächlich nur auf den oben empfohlenen Schnitten, durch Schiffsführer erlangt werden, und zwar:

a) Entnahme von Wasserproben für Salzgehalt und Dichtebestimmung,
b) Entnahme von Oberflächen-Plankton,
c) direkte Messung der Oberflächentemperatur.

IV. Organisation, allgemein.

17. Die Einrichtung eines besonderen gemeinsamen Geschäftsbureaus erscheint nicht erforderlich. Jedem teilnehmenden Lande sollte es freistehen, durch eigene Spezialisten und auf eigene Kosten die ihm zunächstliegenden Arbeitsfelder zu untersuchen. Es dürfte, um doppelte Untersuchungen zu vermeiden, genügen, wenn durch eine vom Geographenkongreß zu ernennende Kommission die Verteilung der einzelnen Schnittlinien auf die einzelnen Nationen in gemeinsamem Einvernehmen geregelt wird.

18. Auch die Bearbeitung und Herausgabe der auf den einzelnen Schnittlinien gewonnenen Beobachtungstatsachen ist den Einzelstaaten zu überlassen, doch wird eine tunlichst gleichartige Veröffentlichungsform anzustreben sein.

19. Die Untersuchungsmethoden müssen unter allen Umständen, um strenge Vergleichbarkeit zu erreichen, international verabredet und gemeinsam sein (s. oben III. Methodisches).

20. Neben dem Interesse der Regierungen der atlantischen Staaten Europa-Afrikas und Amerikas sollte auch das Interesse der Privatleute, der Polarforscher und der Besitzer größerer Dampfyachten an solchen atlantischen Forschungen geweckt werden. Hauptsächlich aber ist es nötig, das Interesse und den mächtigen Beistand der größeren Dampfschiffahrts-Gesellschaften zu gewinnen.

V. Organisatorische Schritte im Anschluß an den IX. Internationalen Geographenkongreß.

Der Kongreß hat nun folgende Resolution angenommen:

»Der IX. Internationale Geographenkongreß zu Genf erklärt die physikalische und biologische Erforschung des Atlantischen Ozeans für eine der dringendsten auf dem Gebiete der Meereskunde zu leistenden Aufgaben. Diese Aufgabe in Angriff zu nehmen, erscheint als eine Ehrenpflicht der atlantischen Kulturstaaten Europa-Afrikas und Amerikas; diese Aufgabe ist um so dringlicher, als neben dem unmittelbaren Interesse der atlantischen Schiffahrt mittelbar die bedeutendsten Interessen der Fischerei und der Witterungskunde hieran geknüpft sind.«

Der Kongreß hat ferner in seiner letzten Sitzung behufs Weiterführung der Angelegenheit folgenden Maßnahmen zugestimmt. Der Vorsitzende der Sektion »Ozeanographie« hat den Auftrag erhalten, die nachstehenden Persönlichkeiten zum Eintritt in eine »Kommission zur Erforschung des Atlantischen Ozeans« oder kürzer: in die »Atlantische Kommission« aufzufordern:

1. den Fürsten Albert von Monaco, der den Vorsitz zu übernehmen gebeten werden soll; 2. Prof. Pettersson-Stockholm und 3. Prof. Schott-Hamburg als die beiden Antragsteller; 4. Commandeur Drechsel-Kopenhagen, derzeitigen Generalsekretär der internationalen Meeresforschung für die westeuropäischen Meere; 5. Lecointe, Direktor des Observatoriums in Uccle (Belgien); 6. Prof. Chaves-Ponta Delgada, Azoren; 7. Hon. Ch. Walcott, Sekretär der Smithon. Institution-Washington; 8. Prof. Gilchrist-Kapstadt; 9. einen Vertreter von Großbritannien, 10. von Rußland, 11. von Österreich, 12. von Argentinien, 13. von Holland, 14. von Norwegen, 15. von Frankreich; 16. Prof. Vinciguerra-Rom; 17. Dawson, Chief Engineer of the Tidal Survey-Ottawa, Kanada; 18. Prof. Krümmel-Kiel als Vorsitzenden der ozeanographischen Sektion des Kongresses in Genf.

Es konnte die Kommission nicht sofort als solche gewählt werden, weil eine große Reihe der in der vorstehenden Liste aufgeführten Persönlichkeiten nicht anwesend war; es soll aber, sobald die Zustimmung der Herren schriftlich oder mündlich vorliegt, die Kommission als ernannt gelten und tunlichst bald einmal zusammentreten. Es wird noch besonders darauf aufmerksam gemacht, daß eine Erweiterung durch den Beitritt der Vertreter noch anderer Staaten ausdrücklich vorgesehen ist.

Es hat außerdem der Vorsitzende der ozeanographischen Sektion den Auftrag seitens des Kongresses erhalten, die Resolution zur Kenntnis der beteiligten Regierungen zu bringen.

Wichtig erscheint noch in diesem Zusammenhang der Hinweis auf eine ganz ähnliche Resolution, die Prof. Vinciguerra-Rom seitens des Kongresses im Hinblick auf die Notwendigkeit einer modernen Erforschung des Mittelmeeres, besonders des westlichen Teiles, ebenfalls erlangt hat. Es ist nicht ausgeschlossen, ja vielleicht sogar wünschenswert, daß die beiden großen Pläne, der der Erforschung des offenen Atlantischen Ozeans und der der Erforschung des Mittelmeeres, sich bis zu gewissem Grade vereinigen lassen und ein Hand-in-Hand-arbeiten stattfindet; dies erscheint um so aussichtsreicher, als der nächste internationale Geographenkongreß im Jahre 1911 in Rom abgehalten werden soll.

7. August 1908. G. Schott.

Ableitung der Ausdrücke für die bei Kreuzung zweier Gezeitenwellen auftretenden Erscheinungen.

(Eine Ergänzung zu einem Aufsatz über die Gezeiten im Englischen Kanal in den »Annalen der Hydrographie usw.« 1898.)

Von Prof. Dr. C. Börgen.

Bei den vom Verfasser dieses bearbeiteten Darstellungen der Gezeitenerscheinungen im Englischen und Irischen Kanal, sowie im südwestlichen Teile der Nordsee[1]) ist vielfach Gebrauch gemacht worden von Ergebnissen theoretischer Untersuchungen über die Folgen der Kreuzung zweier Gezeitenwellen, ohne daß eine Begründung für dieselben gegeben werden konnte. Obgleich die Begründung sehr einfach ist und nur eine gewisse Gewandtheit in der Zusammenfassung und der Deutung goniometrischer Ausdrücke voraussetzt, ist eine Veröffentlichung derselben bisher unterblieben. Neuerdings sind die Gezeitenerscheinungen eines Teiles desselben Gebiets durch Herrn Dr. van der Stok in Utrecht zum Gegenstande einer Untersuchung gemacht worden, in deren Verlauf derselbe zu dem schon früher von Lord Kelvin geäußerten Schluß kommt, daß die Gezeiten nicht wesentlich anders sein würden wie jetzt, wenn die Straße von Dover geschlossen wäre,[2]) während die Erklärung der Erscheinungen, welche Verfasser dieses zu geben versucht hat, ganz wesentlich auf der Anschauung beruht, daß die Gezeitenwelle durch die Straße von Dover sowohl aus der Nordsee in den Kanal wie auch umgekehrt aus dem Kanal in die Nordsee tritt und die vielfach eigentümlichen Erscheinungen durch die Kreuzung der beiden Wellen hervorgebracht werden. In der Tat ist auch schwer einzusehen, weshalb die Wellen nicht durch die doch keineswegs sehr enge Straße von Dover sich sollten fortpflanzen können. Gibt man dies aber zu, so ist es notwendig, sich theoretisch über die Folgen der Kreuzung zweier Wellen unter einem beliebigen Winkel klar zu werden, und dies soll im nachstehenden versucht werden. Es ergibt sich alsdann, daß alle Eigentümlichkeiten, welche in den genannten Gebieten auftreten, sich in einheitlicher und einfacher Weise erklären lassen.

Die nachfolgende Untersuchung beschränkt sich lediglich auf die Folgeerscheinungen der Kreuzung zweier Wellen, geht aber nicht ein auf die bereits von Airy in ausführlicher Weise behandelten Folgen der veränderlichen Tiefe und Gestalt des Kanals, in dem sich eine Welle bewegt, welche hier als bekannt vorausgesetzt werden, soweit sie überhaupt in Frage kommen. Ebensowenig ist es die Absicht des Verfassers, hier nochmals eine ausführliche Darstellung der Gezeitenerscheinungen in den genannten Gebieten zu geben, bezüglich welcher

---

[1]) Über die Gezeitenerscheinungen im Englischen Kanal und dem südwestlichen Teile der Nordsee. Ann. d. Hydr. usw.« 1898.
Über die Gezeitenerscheinungen im Irischen Kanal. (Ebenda 1894.)

[2]) Van der Stok: Études des phénomènes des marées sur les côtes néerlandaises. II. p. 3.

Digitized by Google

auf die unten zitierten Abhandlungen verwiesen werden möge, es sollen nur zum Schluß als Beispiele der Anwendung der entwickelten Formeln einige besonders charakteristische Vorgänge erörtert werden. Der Verfasser wird deshalb auch nicht in eine Besprechung oder Kritik der Arbeiten von Lord Kelvin und van der Stok eintreten, da es lediglich seine Absicht ist, den Leser, welcher sich für die Sache interessiert, die Erwägungen darzulegen, auf Grund deren Verfasser zu seiner Auffassung der Erscheinungen gekommen ist. Wie es scheint, sind die einfachen mathematischen Ausdrücke, auf welche die Untersuchungen führen, bisher nur für einen kleinen Teil der Erscheinungen abgeleitet worden (nämlich für die Höhenverhältnisse), und so mag es vielleicht nicht ganz unnütz erscheinen, auch für andere Verhältnisse (Strömung, Änderung der Hochwasserzeit von Ort zu Ort usw.) die Ausdrücke hier zusammengestellt zu finden.

Als Grundlage der Untersuchung diente Airys klassisches Werk: »Tides and waves«, wir werden jedoch von der Begründung der Differentialgleichungen der Wellenbewegung, wie sie in Art. 194 und 195 gegeben ist, absehen und machen in der Tat von diesen Gleichungen nur den allerbescheidensten Gebrauch.

Bezeichnet r die Entfernung eines in der Fortpflanzungsrichtung der Wellenbewegung befindlichen Wasserteilchens von dem Anfangspunkt der Koordinaten, R die zur Zeit t infolge der Wellenbewegung eingetretene horizontale Verschiebung desselben aus seiner Ruhelage, K die vertikale Verschiebung oder die Erhebung über dem mittleren Niveau des Wassers, g die Schwerebeschleunigung und k die Wassertiefe, alle in demselben Maße ausgedrückt, so sind die Differentialgleichungen der Wellenbewegung in erster Annäherung, auf die wir uns hier beschränken können und unter der Voraussetzung, daß die Wassertiefe gleichmäßig und im Verhältnis zur Länge der Welle unbedeutend sei:

$$(1) \quad \frac{d^2 R}{d t^2} = g k \frac{d^2 R}{d r^2} \quad \text{und} \quad K = k \frac{d R}{d r}.$$

Die erste dieser Gleichungen sagt aus, daß der Druck um einen Punkt nach allen Richtungen derselbe sei (Gleichung gleichen Drucks), während die zweite ausdrückt, daß das Volumen des Wassers durch die Wellenbewegung nicht geändert werde (Kontinuitäts-Gleichung). Es findet daher nur eine Gestaltsänderung des Wasservolumens statt, die natürlich mit einer Verschiebung der Wasserteilchen sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung (R und K) verbunden ist.

Wie man sich durch Differenziation leicht überzeugt, wird der ersten der Gleichungen (1) durch einen Ausdruck von der Form:

$$(2) \quad R = A \sin (n t - m r)$$

Genüge geleistet, wenn $\frac{n^2}{m^2} = g k$ ist. Nun ist $n = \frac{2\pi}{\tau}$ und $m = \frac{2\pi}{\lambda}$, wenn τ die Periode und λ die Länge der Welle bezeichnen, folglich ist $\frac{n}{m} = \frac{\lambda}{\tau} = v =$ der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle und es ist daher $v = \sqrt{gk}$. Nebenbei sei hier darauf aufmerksam gemacht, daß streng unterschieden werden muß zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle und der Orbitalgeschwindigkeit der Wasserteilchen, erstere ist, wie eben gefunden, $v = \sqrt{gk}$, hängt also nur von der Tiefe k des Wassers ab, letztere ist $= \sqrt{\left(\frac{dR}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dK}{dt}\right)^2}$.

Aus der zweiten der Gleichungen (1) erhalten wir für die Erhebung des Wassers über das mittlere Niveau den Ausdruck:

$$(3) \quad K = -A m k \cos (n t - m r) = -H \cos (n t - m r).$$

Die Größe $A m k = H$ stellt daher die größte Erhebung über bzw. die größte Depression des Wassers unter das mittlere Niveau, oder im Falle der Gezeitenwelle den halben Tidenhub, dar.

Durch die Ausdrücke (2) und (3) wird die ganze Wellenbewegung dargestellt, sie geben die horizontale und vertikale Komponente der Bewegung der Wasserteilchen, unter welcher die Oberfläche des Wassers die Gestalt einer Welle annimmt. Dieselben Werte von R und K, oder dieselben Phasen der Welle werden erreicht, sowohl wenn $t = i \cdot \tau$, als auch wenn $r = i \cdot \lambda$ wird, d. h. sowohl

Digitized by Google

nach Ablauf einer oder mehrerer Perioden, als auch im Abstande einer oder mehrerer Wellenlängen vom Anfangspunkt, die Welle ist also eine fortschreitende.

Für die weiteren Untersuchungen empfiehlt es sich, rechtwinklige Koordinaten einzuführen, es seien daher, von dem Anfangspunkte von r aus gezählt, die Koordinaten des Endpunkts von r, d. h. des Beobachtungsortes, = x und y, und es bilde die Linie r mit der Abszissenachse den Winkel α, dann ist:

$$x = r \cos \alpha \quad \text{und} \quad y = r \sin \alpha$$

woraus sich ergibt

$$r = x \cos \alpha + y \sin \alpha.$$

Setzen wir noch:

$$m \cos \alpha = a \quad \text{und} \quad m \sin \alpha = b,$$

so ist

$$m r = a x + b y$$

und die Komponenten von R werden

$$(4) \quad \begin{cases} X = R \cos \alpha = A \cos \alpha \sin (nt - ax - by) \\ Y = R \sin \alpha = A \sin \alpha \sin (nt - ax - by) \end{cases}$$

und

$$(5) \quad K = -H \cos (nt - ax - by).$$

An dem Orte x, y mögen sich nun zwei Wellen kreuzen, welche durch Anhängung der Indizes 1 und 2 an die analogen Größen unterschieden werden mögen. Für beide Wellen gemeinschaftlich ist die Größe n, denn es handelt sich hier um zwei Wellen derselben Art, welche jede für sich an dem Beobachtungsort zur Zeit t eine bestimmte, horizontale und vertikale Verschiebung der Wasserteilchen bewirkt, aus deren Kombination die beobachteten Eigentümlichkeiten entspringen, welche im nachfolgenden untersucht werden sollen. Bei der Anwendung der Ergebnisse auf die Gezeitenerscheinungen muß daher im Auge behalten werden, daß sie sich nicht etwa auf die Verbindung einer Mond- und einer Sonnenwelle beziehen, sondern auf zwei Mond- oder zwei Sonnenwellen, die auf verschiedenen Wegen an den Beobachtungsort gelangt sind. Jedoch können die gleichlaufenden Mond- und Sonnenwellen zu einer Welle zusammengefaßt und als solche behandelt werden. Der Einfachheit halber nehmen wir an, daß auch die Größe m für beide Wellen gleich sei. Dies ist nicht streng richtig, wenn es sich um Anwendung der Ergebnisse auf in der Natur vorkommende Fälle handelt, weil $m = \frac{n}{\sqrt{gk}}$ von der Wassertiefe abhängig ist. Es würde aber die Ausdrücke unnötig verwickelt und die zu ziehenden Schlüsse unbestimmt machen, wenn man hierauf Rücksicht nehmen wollte, und es ist umsomehr berechtigt, für beide Wellen dasselbe m zu nehmen, als wir auch für die Wassertiefe einen mehr oder weniger richtigen Mittelwert der sehr wechselnden wirklichen Tiefen annehmen müssen und jedenfalls auf weitere Entfernung um den Punkt x, y herum das m als gleich angenommen werden darf.

Es sei daher:

Erste Welle:

$$(6) \quad \begin{cases} X_1 = A_1 \cos \alpha_1 \sin (nt - a_1 x - b_1 y) \\ Y_1 = A_1 \sin \alpha_1 \sin (nt - a_1 x - b_1 y) \\ K_1 = -H_1 \cos (nt - a_1 x - b_1 y) \end{cases}$$

Zweite Welle:

$$(7) \quad \begin{cases} X_2 = A_2 \cos \alpha_2 \sin (nt - a_2 x - b_2 y) \\ Y_2 = A_2 \sin \alpha_2 \sin (nt - a_2 x - b_2 y) \\ K_2 = -H_2 \cos (nt - a_2 x - b_2 y) \end{cases}$$

worin:

$$a_1 = m \cos \alpha_1, \quad b_1 = m \sin \alpha_1 \qquad a_2 = m \cos \alpha_2 \quad b_2 = m \sin \alpha_2.$$

Unter dem Einflusse dieser beiden Wellen wird an dem Orte x, y die Erhebung des Wassers über dem mittleren Niveau:

$$(8) \quad K = K_1 + K_2 = -[H_1 \cos (nt - a_1 x - b_1 y) + H_2 \cos (nt - a_2 x - b_2 y)]$$

und die horizontale Verschiebung der Wasserteilchen bzw. in der x- und y-Richtung ist:

$$(9) \quad \begin{cases} X = X_1 + X_2 = A_1 \cos \alpha_1 \sin (nt - a_1 x - b_1 y) + A_2 \cos \alpha_2 \sin (nt - a_2 x - b_2 y) \\ Y = Y_1 + Y_2 = A_1 \sin \alpha_1 \sin (nt - a_1 x - b_1 y) + A_2 \sin \alpha_2 \sin (nt - a_2 x - b_2 y). \end{cases}$$

Die gesamte horizontale Verschiebung der Wasserteilchen zur Zeit t ist daher $R = \sqrt{X^2 + Y^2}$ und dieselbe bildet mit der Abszissenachse einen Winkel ε, der gegeben ist durch $\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{Y}{X}$.

Es wird nun unsere Aufgabe sein, aus den Gleichungen (8) und (9) die Folgerungen zu ziehen, wie sich die horizontale und vertikale Verschiebung der Wasserteilchen unter verschiedenen Verhältnissen gestaltet und diese auf die Erscheinungen des Tidenhubs und der Gezeitenströmungen anzuwenden.

1. Höhe und Eintrittszeit von Hoch- und Niedrigwasser.

Wenn wir in (8) die Kosinusse auflösen und setzen:

$$(10) \quad \begin{cases} K_m \sin \theta = H_1 \sin (a_1 x + b_1 y) + H_2 \sin (a_2 x + b_2 y) \\ K_m \cos \theta = H_1 \cos (a_1 x + b_1 y) + H_2 \cos (a_2 x + b_2 y) \end{cases}$$

so wird, indem wir nun das Minus-Zeichen, welches nur durch Differenziation von R entstanden ist, hier aber keine Bedeutung hat, fallen lassen:

$$(11) \quad K = K_m \cos (nt - \theta)$$

worin

$$(12) \quad K_m = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + 2 H_1 H_2 \cos \{(a_1 - a_2) x + (b_1 - b_2) y\}}$$

$$= \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + 2 H_1 H_2 \cos p}$$

wenn $(a_1 - a_2) x + (b_1 - b_2) y = p$ gesetzt wird.

Der Winkel $p = m (r_1 - r_2)$ hat eine besondere Bedeutung, weil er den Phasenunterschied der beiden Wellen im Punkt x, y darstellt. Da nun für einen bestimmten Ort, x, y, die Größen a_1, b_1, a_2 und b_2 unveränderlich sind, so ist auch der Phasenunterschied p für diesen Ort eine konstante Größe, dagegen ist p von Ort zu Ort veränderlich.

Ist $p = 0$, so treffen im Beobachtungsort die beiden Wellen mit ihren Hochwassern zusammen und $K_m = H_1 + H_2$ ist ein Maximum gleich der Summe der größten Höhen der einzelnen Wellen. Ist $p = 180°$, d. h. trifft das Hochwasser der einen Welle mit dem Niedrigwasser der andern zusammen, so ist $K_m = H_1 - H_2$ oder der resultierende, in x, y beobachtete, halbe Tidenhub ist die Differenz der Höhen der Einzelwellen. Für $p = 90°$ wird $K_m = \sqrt{H_1^2 + H_2^2}$.

Aus der Gleichung $(a_1 - a_2) x + (b_1 - b_2) y = p$ folgt:

$$(13) \quad y = \frac{p}{b_1 - b_2} - \frac{a_1 - a_2}{b_1 - b_2} x$$

durch welche Gleichung die Orte bestimmt werden, welche den gleichen Phasenunterschied haben. Es ist die Gleichung einer geraden Linie, welche mit der x-Achse einen Winkel bildet, der durch $\operatorname{tg} \gamma = - \frac{a_1 - a_2}{b_1 - b_2}$ gegeben ist; man leitet leicht ab, daß $\gamma = \frac{1}{2} (\alpha_1 + \alpha_2)$ ist. Bleiben die Fortpflanzungs-Richtungen der Wellen ungeändert, so werden alle Linien gleichen Phasenunterschiedes einander parallel sein und durch gerade Linien dargestellt werden können. Dies ist jedoch nur dann der Fall, wenn die Wassertiefe und die Begrenzung des Beckens, in dem sich die Wellen bewegen, keine Änderungen erfahren, eine Voraussetzung, welche in der Natur auf größeren Flächen so gut wie niemals zutrifft, in der Natur werden daher die Linien gleichen Phasenunterschiedes die mannigfachsten Gestalten annehmen können, für kurze Strecken dieser Linien wird aber die Gleichung (13) immerhin ihre Dienste leisten können.

Ist der Phasenunterschied in dem Punkte $x, y = p$ und in dem Punkte $x', y' = p'$, so kann man aus der gegebenen Differenz $p' - p$ und den Koordinaten der beiden Punkte einen Wert für die Wellenlänge λ finden, welcher, wenn alle Annahmen richtig sind, mit dem aus der mittleren Wassertiefe zwischen den Linien p und p' berechneten $\lambda = \tau \sqrt{gk}$ übereinstimmen muß. Der größeren Allgemeinheit wegen möge dabei angenommen werden, daß die Fortpflanzungs-Richtungen der Wellen nicht dieselben bleiben, sondern in dem Punkte x_0, y_0 zwischen x, y und x', y' eine Änderung erfahren. Ist dann p_0 der Phasenunterschied in diesem Punkte, so ist einerseits $p_0 = (a_1 - a_2) x_0 + (b_1 - b_2) y_0$ und anderseits $p_0 = (a_1' - a_2') x_0 + (b_1' - b_2') y_0$, je nachdem man x_0, y_0 auf der mit p oder der mit p' parallelen Linie gleichen Phasenunterschiedes liegend annimmt. Man erhält daher, wenn $p' > p$ ist:

$$p' - p = (a_1 - a_2)(x_0 - x) + (b_1 - b_2)(y_0 - y) + (a_1' - a_2')(x' - x_0) + (b_1' - b_2')(y' - y_0)$$

Digitized by Google

und man erhält hieraus leicht die Formel

$$(14)\quad \lambda = \frac{2\pi}{p'-p}\Big[(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)(x_0 - x) + (\sin\alpha_1 - \sin\alpha_2)(y_0 - y) + (\cos\alpha_1' - \cos\alpha_2')(x' - x_0) + (\sin\alpha_1' - \sin\alpha_2')(y' - y_0)\Big].$$

Findet keine Änderung der Fortpflanzungsrichtung statt, so kann der Punkt x_0, y_0 mit x', y' zusammenfallend angenommen werden und (14) reduziert sich auf:

$$(14a)\quad \lambda = \frac{2\pi}{p'-p}\Big[(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)(x' - x) + (\sin\alpha_1 - \sin\alpha_2)(y' - y)\Big].$$

Der sich aus (14) oder (14a) ergebende Wert von λ wäre nun mit dem aus der Formel $\lambda = \tau\sqrt{gk}$ folgenden zu vergleichen und beide müssen übereinstimmen, wenn alle Annahmen richtig sind. Es ist nun $\tau = 12^h\,25^{min}\,14^{sek} = 44714^{sek}$, $g = 9.81$ Meter und λ ergibt sich in Metern ausgedrückt. Um aber nicht mit so großen Zahlen rechnen zu müssen, ist es bequemer, λ in Seemeilen zu 1852 m auszudrücken; es wird dann $\lambda = 24.14\sqrt{gk} = 75.61\sqrt{k}$ (k in Metern).

K hat seinen größten positiven oder negativen Wert, oder, im Falle der Gezeitenwelle, es ist Hoch- bzw. Niedrigwasser, wenn $nt - \vartheta = 0$ bzw. $180°$ ist. Nennen wir diesen speziellen Wert von t, t_m, so ist $t_m = \frac{\vartheta}{n}$ bzw. $\frac{180° + \vartheta}{n}$.

Zur Ermittlung von t_m folgt aus (10)

$$(15)\quad \operatorname{tg} n\, t_m = \frac{H_1 \sin(a_1 x + b_1 y) + H_2 \sin(a_2 x + b_2 y)}{H_1 \cos(a_1 x + b_1 y) + H_2 \cos(a_2 x + b_2 y)}.$$

Eine wichtige Frage ist nun die, wie sich die Hochwasserzeiten, oder was bezüglich der Gezeiten auf dasselbe hinauskommt, wie sich die Hafenzeiten (die natürlich auf denselben Meridian bezogen sein müssen) von Ort zu Ort ändern, wenn sich zwei Wellen gleicher Art aber verschiedener Höhe unter einem gegebenen Winkel kreuzen, nämlich ob sie in einer bestimmten Richtung wachsen, abnehmen oder sich gleich bleiben.

Wir wollen dies mit bezug auf die x-Achse unseres Koordinatensystems untersuchen, und bemerken, daß das, was für diese gilt, der Form nach ebenfalls für jede andere Richtung gilt, mit solchen Änderungen wie sie durch den Winkel, welchen diese Richtung mit der Abszissenachse bildet, hervorgebracht werden. Ist dieser Winkel $= \beta$, so hat man in den Formeln nur die Winkel α_1 und α_2 durch $\alpha_1 - \beta$ und $\alpha_2 - \beta$ zu ersetzen, was nur die Größen a_1, b_1, a_2 und b_2 beeinflußt, die übergehen in

$$a_1 = m\cos(\alpha_1 - \beta),\qquad b_1 = m\sin(\alpha_1 - \beta)\ \text{usw.}$$

Um nun beurteilen zu können, ob und in welchem Sinne sich die Hochwasserzeit längs einer bestimmten Richtung ändert, haben wir (15) nach t_m und x zu differenziieren und erhalten:

$$(16)\quad \frac{d t_m}{d x} = \frac{1}{n}\,\frac{H_1^2 a_1 + H_2^2 a_2 + H_1 H_2 (a_1 + a_2)\cos p}{H_1^2 + H_2^2 + 2 H_1 H_2 \cos p}.$$

Je nachdem dieser Ausdruck für wachsendes x (positives dx) positiv, negativ oder 0 ist, wird die Hochwasserzeit in der angenommenen Richtung wachsen, abnehmen oder ungeändert bleiben.

Zunächst ist zu konstatieren, daß der Nenner stets positiv ist, das Vorzeichen von $\frac{d t_m}{d x}$ daher lediglich von dem Vorzeichen des Zählers abhängt. Denn $2 H_1 H_2$ kann höchstens $= H_1^2 + H_2^2$ werden, was zugleich $H_1 = H_2$ bedingt und den Nenner $= 2 H_1^2 (1 + \cos p)$ macht. In diesem Falle ($H_1 = H_2$) wird der Zähler $= H_1^2 (1 + \cos p)(a_1 + a_2)$ und (16) geht über in:

$$(17)\quad \frac{d t_m}{d x} = \frac{1}{2n}(a_1 + a_2) = \frac{m}{2n}\{\cos(\alpha_1 - \beta) + \cos(\alpha_2 - \beta)\}$$
$$= \frac{1}{\sqrt{gk}}\cos\tfrac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2 - 2\beta)\cos\tfrac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)$$

Die Änderung der Hochwasserzeit in der Richtung β ist also konstant, d. h., die beiden Wellen verhalten sich wie eine einfache Welle. Der Differentialquotient wird $= 0$, sowohl wenn sich die Wellen in entgegengesetzter Richtung

Digitized by Google

fortpflanzen ($\alpha_2 = 180^\circ + \alpha_1$), als auch, wenn $\alpha_1 + \alpha_2 - 2\beta = 180^\circ$ oder $\beta = 90^\circ + \frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$ ist.

Eine allgemeine Regel für die Änderung der Hochwasserzeit läßt sich bei der Mannigfaltigkeit der Werte, welche H_1, H_2, a_1, a_2 und p annehmen können, nicht aufstellen.

2. Strömungserscheinungen, Beziehung zwischen Hochwasserzeit und Zeit des Stromwechsels.

Wenn wir in den Gleichungen (9) der Kürze halber die Bezeichnungen

$$M_1 = a_1 x + b_1 y \qquad \text{und} \qquad M_2 = a_2 x + b_2 y$$

einführen, so ist $M_1 - M_2 = p =$ dem Phasenunterschied der Wellen und

$$(9\,a) \quad \begin{cases} X = A_1 \cos\alpha_1 \sin(nt - M_1) + A_2 \cos\alpha_2 \sin(nt - M_2) \\ Y = A_1 \sin\alpha_1 \sin(nt - M_1) + A_2 \sin\alpha_2 \sin(nt - M_2). \end{cases}$$

Die ganze Verschiebung der Wasserteilchen in horizontaler Richtung zur Zeit t ist daher $R = \sqrt{X^2 + Y^2}$ und sie bildet mit der Abszissenachse den durch $\operatorname{tg}\varepsilon = \frac{Y}{X}$ gegebenen Winkel ε. Die Strömungsgeschwindigkeit wird gefunden durch:

$$(18) \quad \frac{dR}{dt} = \cos\varepsilon \frac{dX}{dt} + \sin\varepsilon \frac{dY}{dt} = A_1 n \cos(\alpha_1 - \varepsilon)\cos(nt - M_1) + A_2 n \cos(\alpha_2 - \varepsilon)\cos(nt - M_2).$$

Aus diesen Ausdrücken folgt schon, daß ε im allgemeinen nicht unabhängig ist von der Zeit t, d. h., daß bei der Kreuzung zweier Wellen die Verschiebung der Wasserteilchen in jedem Augenblick nach einer andern Richtung erfolgt, mit andern Worten, es findet im allgemeinen kein Stromwechsel statt in dem Sinne, daß die Strömung eine gewisse Zeitlang aus einer bestimmten Richtung kommt, dann kurze Zeit aufhört und darauf aus der entgegengesetzten Richtung zu laufen beginnt, sondern der Übergang findet in der Weise statt, daß der Strom mit wechselnder Stärke nach und nach aus allen Strichen des Kompasses kommt. Man kann dann in der Regel zwei Hauptrichtungen unterscheiden, in denen der Strom eine Maximal- und eine Minimalgeschwindigkeit besitzt, deren Richtungen senkrecht aufeinander stehen und die in Zeit eine Viertelperiode auseinander liegen.

Für einige Spezialfälle, welche für die Erklärung beobachteter Erscheinungen von Wichtigkeit sind, mögen nachstehend die Ausdrücke gegeben werden:

1. $A_1 > A_2$: a) $\alpha_1 - \alpha_2 = 180^\circ$.

$$(19) \quad \begin{cases} X = \cos\alpha_1 \{A_1 \sin(nt - M_1) - A_2 \sin(nt - M_2)\} \\ Y = \sin\alpha_1 \{A_1 \sin(nt - M_1) - A_2 \sin(nt - M_2)\} \\ R = A_1 \sin(nt - M_1) - A_2 \sin(nt - M_2) \\ \quad = R_m \sin(nt - \eta) \\ \text{Strömungsgeschwindigkeit} = \frac{dR}{dt} = R_m n \cos(nt - \eta) \\ \text{worin} \\ \qquad R_m \sin\eta = A_1 \sin M_1 - A_2 \sin M_2 \\ \qquad R_m \cos\eta = A_1 \cos M_1 - A_2 \cos M_2 \\ \qquad R_m = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2 A_1 A_2 \cos p} \\ \operatorname{tg}\varepsilon = \frac{Y}{X} = \operatorname{tg}\alpha_1, \qquad \varepsilon = \alpha_1 \text{ und } = 180^\circ + \alpha_1 \end{cases}$$

Pflanzen sich die beiden Wellen in entgegengesetzten Richtungen fort, so hängt die größte horizontale Verschiebung der Wasserteilchen aus ihrer Ruhelage ebenso wie die Maximalstärke der Strömung von dem Phasenunterschied der Wellen am Beobachtungsorte ab, und zwar entspricht, wie ein Vergleich mit der analogen Formel (12) für die Höhe der Gezeit zeigt, dem größten Tidenhub die geringste Strömung und umgekehrt, denn das mit cos p multiplizierte Glied hat in beiden Formeln entgegengesetztes Vorzeichen. Die Richtung der Strömung ist von der Zeit unabhängig, sie kommt erst aus einer Richtung (α_1) und sodann aus der entgegengesetzten ($180^\circ + \alpha_1$).

b) $\alpha_1 - \alpha_2 = 90°$ oder $270°$.

$$(20)\quad \begin{cases} X = A_1 \cos\alpha_1 \sin(nt - M_1) - A_2 \sin\alpha_1 \sin(nt - M_2) \\ Y = A_1 \sin\alpha_1 \sin(nt - M_1) + A_2 \cos\alpha_1 \sin(nt - M_2) \\ R = \sqrt{A_1^2 \sin(nt - M_1)^2 + A_2^2 \sin(nt - M_2)^2} \\ \frac{dR}{dt} = \frac{n}{2R}\left\{ A_1^2 \sin 2(nt - M_1) + A_2^2 \sin 2(nt - M_2) \right\} \\ \operatorname{tg}\varepsilon = \frac{Y}{X}. \end{cases}$$

Richtung und Stromgeschwindigkeit sind mit der Zeit wechselnd.

2. $A_1 = A_2$: a) $\alpha_1 - \alpha_2 = 180°$.

$$(21)\quad \begin{cases} X = 2A_1 \cos\alpha_1 \cos\left(nt - \frac{M_1 + M_2}{2}\right) \sin\frac{1}{2}p \\ Y = 2A_1 \sin\alpha_1 \cos\left(nt - \frac{M_1 + M_2}{2}\right) \sin\frac{1}{2}p \\ R = 2A_1 \sin\frac{1}{2}p \cos\left(nt - \frac{M_1 + M_2}{2}\right) \\ \frac{dR}{dt} = -2A_1 n \sin\frac{1}{2}p \sin\left(nt - \frac{M_1 + M_2}{2}\right) \\ \operatorname{tg}\varepsilon = \operatorname{tg}\alpha_1, \quad \varepsilon = \alpha_1 \text{ und } = 180° + \alpha_1 \end{cases}$$

Richtung der Strömung konstant, Stärke hängt vom Phasenunterschied ab. Sind die drei Bedingungen: $A_1 = A_2$ (was gleichbedeutend mit $H_1 = H_2$ ist), $\alpha_1 - \alpha_2 = 180°$ und $p = 0$ erfüllt, so ist $\frac{dR}{dt} = 0$ für alle Werte von t, während Formel (12) zeigt, daß der Tidenhub sein Maximum hat.

b) $\alpha_1 - \alpha_2 = 90°$ oder $270°$.

$$(22)\quad \begin{cases} X = A_1 \left\{ \cos\alpha_1 \sin(nt - M_1) - \sin\alpha_1 \sin(nt - M_2) \right\} \\ Y = A_1 \left\{ \sin\alpha_1 \sin(nt - M_1) + \cos\alpha_1 \sin(nt - M_2) \right\} \\ R = A_1 \sqrt{1 - \cos 2\left(nt - \frac{M_1 + M_2}{2}\right) \cos p} \\ \frac{dR}{dt} = n \frac{A_1^2}{R} \sin 2\left(nt - \frac{M_1 + M_2}{2}\right) \cos p \\ \operatorname{tg}\varepsilon = \frac{Y}{X}. \end{cases}$$

Besonders interessant ist der Fall, bei dem sich die Wellen am Beobachtungsort mit einem Phasenunterschied von 90° begegnen ($p = 90°$) dann wird die Stromgeschwindigkeit in der Richtung R, $\frac{dR}{dt} = 0$, während die größte Entfernung der Wasserteilchen aus ihrer Ruhelage konstant $R = A_1$ ist. Die Richtung, in der ein bestimmtes Wasserteilchen zur Zeit t mit bezug auf seine Ruhelage sich befindet, wird gegeben durch

$$\operatorname{tg}\varepsilon = \frac{Y}{X}(p = 90°) = \frac{\sin\alpha_1 \sin(nt - M_1) - \cos\alpha_1 \cos(nt - M_1)}{\cos\alpha_1 \sin(nt - M_1) + \sin\alpha_1 \cos(nt - M_1)} = -\cot(nt - M_1 + \alpha_1)$$

oder

$$(22a)\quad \varepsilon = 90° + nt - M_1 + \alpha_1.$$

Die Wasserteilchen beschreiben um ihre Ruhelage einen Kreis mit dem Radius $R = A_1$ und es findet keine radiale, wohl aber eine tangentiale Strömung statt, deren Geschwindigkeit durch

$$(22b)\quad \frac{d\varepsilon}{dt} = n \text{ (in Bogenmaß)} = n \cdot A_1 \text{ (in linearem Maß)}$$

gegeben ist. Damit diese Erscheinung, die durch Beobachtung nachgewiesen ist, zustande komme, müssen also die drei Bedingungen: 1. Gleiche Höhe der Wellen; 2. Kreuzung unter rechtem Winkel und 3. Phasenunterschied eine Viertelperiode, gegeben sein.

c) $p = 180°$, α_1 und α_2 beliebig.

$$(23)\quad \begin{cases} X = A_1 \sin(nt - M_1)(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) \\ Y = A_1 \sin(nt - M_1)(\sin\alpha_1 - \sin\alpha_2) \\ R = 2A_1 \sin\frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2) \sin(nt - M_1) \\ \frac{dR}{dt} = 2A_1 n \sin\frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2) \cos(nt - M_1) \\ \operatorname{tg}\varepsilon = -\operatorname{cotg}\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2),\ \varepsilon = 90° + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \text{ und } = 270° + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \end{cases}$$

Digitized by Google

Wenn also im Beobachtungsort zwei gleich hohe Wellen unter beliebigem Winkel mit einem Phasenunterschied von einer halben Periode ($p = 180°$) zusammentreffen, so findet nach (12) kein Tidenhub statt, während, wie (23) zeigt, eine Strömung vorhanden ist, deren Geschwindigkeit von dem Winkel abhängt, unter dem die Wellen sich kreuzen. Die Strömung läuft nach zwei entgegengesetzten Richtungen mit Stromstille dazwischen.

Die beiden letzten Spezialfälle (Formeln 22a, b und 23) sind von erheblicher Wichtigkeit, weil sie einerseits auffällige Erscheinungen, welche in den Gezeiten in den Gewässern um England und in der Nordsee auftreten, erklären, andrerseits aber auch Aufklärung verschaffen können über die Fortpflanzung der sich in diesen Gewässern kreuzenden Wellen.

Wenn zwei Wellen sich unter einem Winkel kreuzen, haben wir nach den vorhergehenden Darlegungen im allgemeinen Dreh- oder rotatorische Strömungen zu erwarten, d. h. solche Strömungen, die mit mehr oder minder wechselnder Stärke während des Verlaufs der Gezeit nach und nach aus allen Richtungen des Kompasses kommen. Eine ähnliche Erscheinung hat Airy in Art. 359ff. seines Werkes »Tides and waves«, als bei einer einfachen Welle vorkommend, beschrieben, und dadurch erklärt, daß das Fortschreiten der Welle auf dem nach dem Ufer hin flacher werdenden Wasser sich verzögern muß, so daß endlich die Welle sich gerade auf das Ufer zu bewegt, während sie draußen auf dem tiefen Wasser sich etwa parallel der Küste fortpflanzt. An einer Zwischenstation müssen dann rotatorische Strömungen auftreten. Man könnte dies auch so auffassen, als wenn sich zwei Wellen senkrecht durchkreuzen, und könnte daher die Formeln (20) und (22) darauf anwenden, um alle dabei auftretenden Erscheinungen zu erklären.

Es sollen nun die Beziehungen abgeleitet werden, welche sich zwischen der Zeit der Extremphasen (Hoch- und Niedrigwasser) und derjenigen des Stromwechsels (der Stromstille bzw. bei rotatorischen Strömungen des Strom-Minimums) ergeben.

Die Horizontalbewegung des Wassers wird $= 0$ oder es ist Stromstille, wenn $\frac{dR}{dt} = \frac{X}{R}\frac{dX}{dt} + \frac{Y}{R}\frac{dY}{dt} = 0$ ist. Aus (9) findet man leicht, daß:

$$(24)\quad \frac{dR}{dt} = \frac{A_1^2}{R}\sin 2(nt - M_1) + \frac{A_2^2}{R}\sin 2(nt - M_2) + \frac{2A_1A_2}{R}\cos(\alpha_1 - \alpha_2)\sin 2\left(nt - \frac{M_1 + M_2}{2}\right).$$

Wird dies $= 0$ gesetzt und A_1 und A_2 durch die Höhen H_1 und H_2 ausgedrückt $\left(A_1 = \frac{H_1}{mk},\ A_2 = \frac{H_2}{mk}\right)$, so erhält man die Zeit t_0 des Stromwechsels durch die Formel:

$$(25)\quad \operatorname{tg} 2nt_0 = \frac{H_1^2 \sin 2M_1 + H_2^2 \sin 2M_2 + 2H_1H_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)\sin(M_1 + M_2)}{H_1^2 \cos 2M_1 + H_2^2 \cos 2M_2 + 2H_1H_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)\cos(M_1 + M_2)}.$$

Aus (15) leitet man leicht für die Zeit t_m der Extremphasen die Formel ab:

$$(26)\quad \operatorname{tg} 2nt_m = \frac{H_1^2 \sin 2M_1 + H_2^2 \sin 2M_2 + 2H_1H_2 \sin(M_1 + M_2)}{H_1^2 \cos 2M_1 + H_2^2 \cos 2M_2 + 2H_1H_2 \cos(M_1 + M_2)}.$$

Aus (25) und (26) erhält man dann für das Zeitintervall zwischen der Zeit des Stromwechsels und der der folgenden Extremphase den Ausdruck:

$$(27)\quad \operatorname{tg} 2n(t_m - t_0) = \frac{4(H_1^3H_2 - H_1H_2^3)\sin\frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)^2 \sin p}{(H_1^2 - H_2^2)^2 + 4H_1^2H_2^2\cos(\alpha_1 - \alpha_2) + 4(H_1^3H_2 + H_1H_2^3)\cos\frac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)^2\cos p + 4H_1^2H_2^2\cos p^2}.$$

Diese Formel muß nun etwas näher betrachtet werden, weil sich daraus einige für die Erklärung der Strömungserscheinungen im Englischen und Irischen Kanal und der südwestlichen Nordsee sehr wichtige Folgerungen ziehen lassen.

1. Es sei zuerst $p = 0$, beide Wellen treffen mit gleichen Phasen zusammen, dann ist der Zähler von (27) $= 0$, während der Nenner von 0 verschieden ist; $2n(t_m - t_0)$ ist daher entweder $= 0$ oder $= 180°$. Von diesen beiden Werten kann nur der zweite in Frage kommen, weil auch der Fall, wo nur eine Welle vorhanden ist, mit umfaßt werden muß. Aus den Gleichungen (2) und (3) sieht man, daß bei einer einfachen Welle die höchste Erhebung über dem mittleren

Digitized by Google

Niveau eintritt, wenn $nt - mr = 180°$, die größte horizontale Verschiebung der Wasserteilchen, welche mit dem Stromwechsel zusammenfällt, aber wenn $nt - mr = 90°$ oder $= 270°$ ist. Beide Augenblicke liegen daher um eine Viertelperiode auseinander, und so muß auch hier gesetzt werden $2n(t_m - t_0) = 180° = \pi$ und da $2n = \frac{4\pi}{\tau}$, so ist $t_m - t_0 = \frac{1}{4}\tau =$ eine Viertelperiode.

2. Der Phasenunterschied p möge nun > 0, aber $< 180°$ sein, dann wird der Zähler größer, der Nenner kleiner, und da $\operatorname{tg} 2n(t_m - t_0)$ das negative Vorzeichen hat, so liegt $2n(t_m - t_0)$ zwischen 180° und 90°. Wie weit es sich von 180° entfernt, hängt von dem Verhältnis der Höhen der Wellen und dem Winkel, unter dem sie sich kreuzen, ab; jedenfalls aber folgt hieraus, daß die Zeit des Stromwechsels näher an die Zeit der **folgenden** Extremphase herangerückt wird. Dies geschieht aber, solange H_1 und H_2 verschieden sind, nicht bis zum Zusammenfallen, sondern es wird bei einem bestimmten Phasenunterschied p_m ein Minimum erreicht. Um diesen Wert zu finden, haben wir $\frac{d}{dp} \operatorname{tg} 2n(t_m - t_0) = 0$ zu setzen, woraus sich zur Bestimmung von p_m die kubische Gleichung ergibt:

$$(28) \quad 4 H_1^2 H_2^2 \cos p_m^3 - \left[(H_1^2 + H_2^2)^2 + 8 H_1^2 H_2^2 \cos \tfrac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)^2\right] \cos p_m - 4 (H_1^3 H_2 + H_1 H_2^3) \cos \tfrac{1}{2}(\alpha_1 - \alpha_2)^2 = 0.$$

Als Spezialfall, der für den Englischen und Irischen Kanal Bedeutung hat, möge angenommen werden, daß die beiden Wellen sich in entgegengesetzten Richtungen fortpflanzen oder daß $\alpha_1 - \alpha_2 = 180°$ ist, dann verschwindet das konstante Glied, und es verbleibt zur Bestimmung von p_m die Gleichung:

$$4 H_1^2 H_2^2 \cos p_m^3 - (H_1^2 + H_2^2)^2 \cos p_m = 0.$$

Eine Wurzel dieser Gleichung ist offenbar $\cos p_m = 0$, was $p_m = 90°$ oder 270° ergibt. An den Orten also, wo der Phasenunterschied der Wellen eine Viertelperiode beträgt, wird der Zeitunterschied zwischen Stromstille und folgender Extremphase seinen kleinsten Wert erreichen. Die beiden andern Wurzeln sind unmöglich, weil $\cos p_m > 1$ werden würde.

3. Bei weiterem Wachsen von p wird $t_m - t_0$ wieder größer und erreicht für $p = 180°$ wieder den Wert einer Viertelperiode.

4. Wird $p > 180°$, so wird $\operatorname{tg} 2n(t_m - t_0)$ positiv; $2n(t_m - t_0)$ liegt demnach im dritten Quadranten, und $t_m - t_0$ ist größer als eine Viertelperiode und fährt fort zu wachsen, bis für einen aus Gleichung (28) abzuleitenden Wert von p_m ein Minimum erreicht wird, von wo ab $t_m - t_0$ wieder abnimmt und für $p = 360°$ den Anfangswert einer Viertelperiode wieder erreicht. Bei weiterem Fortschreiten in der Richtung wachsenden Phasenunterschiedes wiederholt sich derselbe Vorgang.

Übersichtlich zusammengestellt haben wir also folgende Beziehungen:

$p = 0° : t_m - t_0 = \frac{1}{4}\tau$; $\quad p < 180° : t_m - t_0 < \frac{1}{4}\tau \; (= \frac{1}{4}\tau - \delta)$;
$p = 180° : t_m - t_0 = \frac{1}{4}\tau$; $\quad p > 180° : t_m - t_0 > \frac{1}{4}\tau \; (= \frac{1}{4}\tau + \delta)$.
$p = 360° : t_m - t_0 = \frac{1}{4}\tau$.

Noch sei erwähnt, daß $\operatorname{tg} 2n(t_m - t_0) = \frac{0}{0}$ oder die Zeit des Stromwechsels unbestimmt wird, wenn die drei Bedingungen: $H_1 = H_2$, $\alpha_1 - \alpha_2 = 90°$ oder 270° und $p = 90°$ erfüllt sind. Dies ist der Fall, der oben unter Formel (22a) behandelt wurde.

Wenn keine Stromstille, sondern nur ein Stromminimum $= w$ vorhanden ist, so würden wir (24) nicht $= 0$, sondern $= wR$ zu setzen haben. Dies würde die Formel für t_0 sehr verwickelt machen, wir sehen daher von der Ableitung derselben ab. Ist w klein, so werden die vorhergehenden Ergebnisse auch auf diesen Fall angewendet werden dürfen.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Kleinere Mitteilungen.

1. **Bemerkung zu dem Aufsatz: »Ortsbestimmung auf See durch Standlinien unter Anwendung der Stundenwinkelformel und der Breitentabellen«.** Unter diesem Titel gibt Herr Schiffsoffizier Raydt auf Seite 163 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift eine Methode zur Bestimmung von Standlinien an, wobei ein Punkt der Standlinie durch die Längen- oder Breitenmethode berechnet und dann die Standlinie in der durch ihr wahres Azimut bestimmten Richtung durch diesen Punkt gezogen wird.

Dieses Verfahren ist nicht neu, wie der Verfasser anzunehmen scheint, sondern als Tangentenmethode (im Gegensatz zu der älteren Sumnerschen Sehnenmethode so genannt) seit langer Zeit bekannt und auch in der Praxis viel angewandt und erprobt worden.

Eine Darstellung der Methode gibt außer anderen Lehrbüchern das vom Reichs-Marine-Amt herausgegebene »Lehrbuch der Navigation« (2. Auflage, Berlin 1906, E. S. Mittler & Sohn), das wohl am vollständigsten und in klarer, übersichtlicher Weise die verschiedenen zur Konstruktion oder Berechnung von Standlinien vorhandenen Methoden berücksichtigt, miteinander vergleicht und bezüglich der auftretenden Fehler untersucht.

Für den zu berechnenden Punkt der Standlinie ist hier auch bereits der Begriff des Bestimmungspunktes eingeführt worden, der das Verständnis des Verhältnisses der verschiedenen Methoden zueinander erleichtert.

2. **Eine ozeanographische Forschungsreise** hat in diesen Tagen der Lehramtskandidat Dr. Rudolf Lütgens aus Hamburg, der schon mehrfach ozeanographisch gearbeitet hat und auch an Fahrten des Reichsforschungsdampfers »Poseidon« teilgenommen hat, angetreten. Die Fahrt, zu der die Deutsche Seewarte die Anregung gab, und die sie auch durch Mitgabe von Instrumenten unterstützt, bezweckt hauptsächlich experimentelle Untersuchungen über die Verdunstung auf dem Meere. Da die über den Meeren vor sich gehende Verdunstung eine wichtige, wenn auch nicht die einzige Quelle der Luftfeuchtigkeit darstellt, so ergibt sich ohne weiteres bei der Bedeutung der Niederschläge für die organische Welt wie für andere Vorgänge auf der Erde der Wert derartiger Versuche, umsomehr, als bisher zur Lösung dieser Frage, soweit die örtlichen Verschiedenheiten der Verdunstungsgröße in Betracht kommen, sehr wenig getan ist.

Um ein Maß für die Höhe der Verdunstung des Meerwassers in Millimeter pro Zeiteinheit zu erlangen, soll ein vom Unterzeichneten 1892 angedeutetes, von Krümmel später rechnerisch durchgearbeitetes Verfahren versucht werden. Es wird ein Gefäß von bekanntem Oberflächenquerschnitt mit einer abgemessenen Menge Seewasser gefüllt, und dann in bestimmten Zeitintervallen die Zunahme des Salzgehalts infolge Verdunstung titrimetrisch oder auch araeometrisch festgestellt. Da die von Anfang an vorhandene Salzmenge als konstant gelten darf, ist es bei bekannten Dimensionen des Glasgefäßes möglich, hieraus einen Schluß auf die Höhe der verdunsteten Säule reinen Wassers zu ziehen.

Mit diesen Forschungen soll das Studium der Feuchtigkeit und der Bewegung der Luft ebenso verknüpft werden, wie mit den Untersuchungen der Temperatur, des Salzgehalts und der übrigen Erscheinungen des Oberflächenwassers. Soweit es bei fahrendem Schiff angängig ist, will Dr. Lütgens auch biologisch sammeln, um weiteres Material für die Kenntnis der kleinen und kleinsten Lebewesen im Meere zu erbringen. Dies ist zumal für die westliche Seite des Südatlantischen und für den Stillen Ozean erwünscht.

Die Reise, die in erster Linie durch das Entgegenkommen der Reederei F. Laeisz ermöglicht wurde, geht auf der Viermastbark »Pangani«, Kapitän Junge, um Kap Horn nach der Westküste Südamerikas, führt also im Atlantischen Ozean durch fast alle Klimazonen und wird deshalb hoffentlich gestatten, die Abhängigkeit der Verdunstungsvorgänge von den verschiedenen klimatischen Faktoren zu studieren. Für die Untersuchungen auf der Rückreise, die von der

Digitized by Google

Ostküste Südamerikas ausgehen soll, hat die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrts-Gesellschaft jedes erwünschte Entgegenkommen gezeigt. Es hat ferner Exzellenz G. v. Neumayer aus der Neumayer-Stiftung, die Verehrer des ersten Direktors der Deutschen Seewarte zu seinem 80. Geburtstag spendeten, unter ausdrücklicher Anerkennung der Wichtigkeit der Verdunstungsuntersuchungen Mittel bereit gestellt. Auch das Institut für Meereskunde in Berlin hat durch mehrere Wünsche und Gewährung der zu ihrer Ausführung erforderlichen Mittel ein Interesse an der Fahrt genommen.

Für die Zeit des Landaufenthalts in Südamerika ist mit Beihilfe der Geographischen Gesellschaft in Hamburg eine Studienreise durch Chile und das nördliche Argentinien geplant. G. Schott.

3. **Ferdinand H. Mörsel †.** Am 20. Mai starb zu Tsingtau der Hafenmeister a. D. und langjährige Lotse von Tschi mul po, Herr Kapitän Ferdinand H. Mörsel, im Alter von 64 Jahren. Seine aus eigenstem Entschluß hervorgegangene und uneigennützige mehrjährige Tätigkeit für die Deutsche Seewarte und die Schiffahrt in den ostasiatischen Gewässern gibt eine besondere Veranlassung, seiner hier zu gedenken.

Geboren am 9. April 1844 in Danzig, besuchte er von 1850 bis 1859 die Volksschule seiner Vaterstadt. Im Alter von 16 Jahren trat er seine erste Seereise auf einem Danziger Segelschiffe als Schiffsjunge an, verließ jedoch bald das heimatliche Schiff und fuhr längere Zeit unter fremder, meist britischer Flagge. Im Jahre 1868 bestand er zu London die Steuermanns- und wenige Jahre später die Schifferprüfung. Siebenmal führten ihn seine Reisen um die Erde. Vom Jahre 1880 an fuhr er mehrere Jahre als Kapitän im Auftrage der chinesischen Regierung einen Dampfer auf dem Yang tse kiang; 1885 trat er schließlich als Hafenmeister von Tschi mul po in koreanische Dienste, in welcher Stellung er mit kurzen Unterbrechungen bis zum Jahre 1907 verblieb. Den Rest seiner Tage verlebte er, der sein ganzes Leben hindurch stolz darauf gewesen war, ein Deutscher zu sein, in Tsingtau auf deutschem Boden.

Fast während seiner ganzen Dienstzeit in Korea, vom April 1887 an, hat er der Deutschen Seewarte seine sehr wertvollen meteorologischen Beobachtungen zugestellt, die von dieser in den »Annalen der Hydrographie usw.« und den »Deutschen Überseeischen Meteorologischen Beobachtungen« veröffentlicht sind, und die eine sehr wertvolle Grundlage für klimatische Studien bilden. Durch diese sehr gewissenhaften meteorologischen Beobachtungen wie durch seine Tätigkeit als Lotse hat Mörsel nicht nur der deutschen Schiffahrt, sondern derjenigen aller seefahrenden Nationen einen großen Dienst erwiesen. So ist denn auch in dem Werke »Die wichtigsten Häfen Chinas« unter der Abteilung »Korea« sein Name mehrfach genannt, und wird seine Mitarbeiterschaft besonders hervorgehoben. Seine reichen Erfahrungen als Lotse in den koreanischen Gewässern hat Mörsel schließlich in einem eigenen Werk zusammengefaßt und der Allgemeinheit zugänglich gemacht in seinem 1899 in Shanghai erschienenen »General information on the approaches to Chemulpo harbour and navigation on the Han Kang«. Als einem ihrer eifrigsten und geschätztesten Mitarbeiter hat ihm die Deutsche Seewarte die bronzene und 1907 auch die silberne Seewarten-Medaille verleihen können. Hd.

4. **Luftspiegelung.** Auf dem Dampfer »Soneck«, Kapt. A. Schwarz, wurden am 26. Mai 1908 auf einer Reise von Oporto nach Hamburg im Vorbeisegeln an der Küste einige Luftspiegelungen bemerkt, über die der Beobachter folgendes meldet: »Bei leicht häsiger Kimm sahen wir verschiedene Luftspiegelungen. Die Mole von Leixoes erschien doppelt, und zwar stand das gespiegelte Bild umgekehrt über dem wahren, so daß das Ganze wie ein großer Wasserfall aussah. Von einigen in weiter Ferne befindlichen Schiffen sahen wir ebenfalls die Spiegelbilder.« Das Schiff stand mittags in 41° 16′ N-Br. und 8° 48′ W-Lg.; es herrschte ganz leichter, nordnordwestlicher Zug bei schönem, klarem Wetter, einer Lufttemperatur von 19° C. und einer Wassertemperatur von 14,1° C. B.

5. **Phosphoreszierendes Meerwasser.** Nach einer Mitteilung auf der Rückseite der »Monthly Meteorological Chart of the Indian Ocean, North of 15° South Latitude, and Red Sea« für Mai 1908 bemerkte am 20. Januar dieses Jahres der Führer des englischen Dampfers »Clan Macintosh«, Kapt. Lennox, unweit Perim ein ungewöhnliches Aussehen der Meeresoberfläche. Eine Lichtwelle schien plötzlich aus nordwestlicher Richtung mit bedeutender Geschwindigkeit über dem Wasserspiegel auf das Schiff zuzuströmen, in den Augen der Beobachter gleichzeitig ein stechendes Gefühl hervorrufend. Dann bekam die Erscheinung das Aussehen, als ob die Strahlen eines schnell blinkenden Leuchtfeuers fern am Nordwesthorizont über die Meeresoberfläche von Ost über Süd nach West liefen. Der Himmel war vollkommen bedeckt und schien kein Licht durchlassen zu wollen, und die Offiziere einiger in der Nähe befindlicher Dampfer, mit denen man sich verständigte, hatten nichts Besonderes wahrgenommen. Die Erscheinung dauerte gut 35 Minuten und wurde erst durch das zunehmende Tageslicht völlig verdrängt.

Am 30. Dezember 1907 bemerkte Kapt. Taylor, Führer des englischen Dampfers »Singapore«, in 21° N-Br. und 69° O-Lg. eine ungewöhnlich stark phosphoreszierende Oberfläche der See. Bei dunkler, aber klarer Nacht lief der Dampfer plötzlich in einen breiten Streifen phosphoreszierenden Seewassers von großer Leuchtkraft, dessen Durchsteuerung 5 Minuten in Anspruch nahm. Für den Rest der Wache oder etwa $3^1/_2$ Stunden wechselten solche stark leuchtenden mit dunklen Streifen ab, und die Trennung zwischen beiden war so scharf ausgesprochen, daß der Eindruck hervorgerufen wurde, das Schiff dampfe unter der Küste in flachem Wasser.

Berichte über ähnliche Erscheinungen, die als »milchfarbiges Wasser« bekannt sind und besonders häufig an der Java-Küste und Sulu-See vorzukommen scheinen, haben schon wiederholt veröffentlicht werden können. In den »Ann. d. Hydr. usw.« von 1879, S. 191, findet sich ein ähnlicher Fall beschrieben, der von Bord S. M. S. »Luise«, K-Kapt. Schering, im Februar 1879 auf der Reise von Aden nach Bombay beobachtet wurde. Man vergleiche auch den Bericht des Offiziers E. Schwendig, D. »Emma Luyken«, über milchfarbiges Wasser an der Südküste von Java in den »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 321. v. d. B.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Stupar, Antheus: »**Lehrbuch der Astronomischen Navigation**«. 8⁰. 274 S. Fiume 1908. In Kommission bei Karl Gerolds Sohn, Wien. Preis 6 *M*.

Dieses Buch bildet gewissermaßen die Fortsetzung zu dem vom gleichen Verfasser herrührenden, vor drei Jahren erschienenen »Lehrbuch der Terrestrischen Navigation«; es besteht aus 7 Hauptstücken und 2 Anhängen, wozu noch 2 Sternkarten und Diagramme kommen.

Nach Einführung in die astronomischen Grundbegriffe und Koordinatensysteme geht der Verfasser auf die besonderen Erscheinungen der Gestirne infolge der täglichen Bewegung, die jährliche Bewegung der Sonne, die Fixsterne, die Planeten und den Mond, die Zeit und alles mit ihr Zusammenhängende über. Eingehend werden nun der Sextant und die dazu gehörigen Hilfsinstrumente, wie Gyroskop-Kollimator, Kimmtiefenmesser, Kimmprisma und künstliche Horizonte, behandelt, woran sich die Beschickung der gemessenen Gestirnshöhen auf die wahren Höhen schließt. Es folgen die Berechnungen der einzelnen Stücke des astronomisch-sphärischen Grunddreiecks, das Chronometer, dessen Beschreibung, Behandlung und Ausnützung an Bord sowie die Standbestimmung desselben. Darauf werden die astronomischen Ortsbestimmungen, und zwar fast ausschließlich durch das Standlinienverfahren, gegeben. Im letzten Hauptstück werden in kurzer, übersichtlicher Form die Gezeiten, deren Erklärung und Berechnung, behandelt. Die beiden Anhänge handeln von der Ermittlung des Bestimmungspunktes der Standlinie nach der Längen- und Breitenmethode und von der Bestimmung des Chronometerstandes durch Monddistanzen. Durch viele gut ausgeführte Textfiguren und durch Beispiele wird dem Lernenden das Verständnis erleichtert.

Besonders hervorzuheben ist in diesem Lehrbuch die gründliche Behandlung der nautischen Instrumente und die übersichtliche Trennung des für den Seemann Notwendigen von den Sachen, die wohl etwas über den Rahmen eines astronomisch-nautischen Handbuches hinausgehen, aber doch für jeden Nautiker von großem Interesse sein müßten.

Das handliche Werk ist allen Schiffsoffizieren als Nachschlagebuch sehr zu empfehlen. C.

Digitized by Google

Skobel, A.: **Geographisches Handbuch.** Allgemeine Erdkunde, Länderkunde und Wirtschaftsgeographie. Herausgegeben unter Mitarbeit hervorragender Fachmänner. Fünfte, neu bearbeitete und vermehrte Auflage. Zwei Bände mit vielen hundert Abbildungen und Kärtchen. 8⁰. Bielefeld und Leipzig 1908. Velhagen & Klasing. Preis 20 ℳ.

Die bis jetzt vorliegenden neun Lieferungen der neuen Auflage des geographischen Handbuches von Skobel enthalten folgende Beiträge:

1. **Die Erde als Weltkörper** von Prof. Dr. W. Foerster—Berlin.
2. **Die Lufthülle der Erde** von Prof. Dr. W. Meinardus—Münster i. W.
3. **Die Erdoberfläche** von Prof. Dr. A. Penck—Berlin.
4. **Die Ozeane** von Prof. Dr. O. Krümmel—Kiel.
5. **Die Pflanzenwelt der Erde** von Prof. Dr. O. Drude—Dresden.
6. **Die Tierwelt der Erde** von Prof. Dr. K. Möbius—Berlin.
7. **Die Bevölkerung der Erde** von Dr. M. Haberlandt—Wien.
8. **Europa, Allgemeines und Mitteleuropa** von Prof. Dr. L. Neumann—Freiburg i. B.

Die Teilung eines Stoffes von so gewaltigem Umfang, wie ihn die Geographie mit ihren weiten Verzweigungen bietet, unter verschiedene Autoren hat ihre großen Vorteile, da es wohl als ausgeschlossen gelten kann, daß der Morphologe oder Geophysiker z. B. eine solch vollendete Darstellung der Pflanzenwelt der Erde geben kann, wie sie im vorliegenden Handbuch uns Drude darbietet. Andererseits leidet aber leicht der einheitliche Charakter eines Buches bei einer größeren Anzahl von Mitarbeitern. So ist hier u. a. die Darstellung der Tierwelt der Erde bedeutend kürzer gehalten wie diejenige der Pflanzenwelt, und die Beiträge über die Luft- und Wasserhülle der Erde zeigen in ihrem ganzen Aufbau durchgreifende Unterschiede. Dieses erklärt sich zum Teil wohl daraus, daß einzelne neu hinzugetretene Autoren, wie Meinardus, eine völlig neue Arbeit gegeben haben, während andere nur den Text der früheren Auflagen auf den heutigen Stand der Wissenschaft ergänzten. Da jedes Kapitel in sich abgeschlossen ist, so wird die Gesamt-Darstellung jedoch hierdurch nicht beeinträchtigt. Besonders hingewiesen sei noch auf den Beitrag von Penck, der auf dem knappen, zur Verfügung stehenden Raume mit großer Anschaulichkeit Struktur und Skulptur der Erdoberfläche genetisch entwickelt.

Die beigegebenen Abbildungen sind vorzüglich — die Anschaffung des Handbuches kann nur empfohlen werden. W. Brennecke.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Walter, A.: *On the influence of forests on rainfall and the probable effect of »Deboisement« on agriculture in Mauritius.* (Publicat. of the Royal Alfred Observatory.) Fol. 51 p. and Appendix. Mauritius 1908. Storekeeper General's Printing Establishment.

Bebber, W. J. van: *Anleitung zur Aufstellung von Wettervorhersagen für alle Berufsklassen, insbesondere für Schule und Landwirtschaft.* 2. rev. Aufl. 8⁰. 38 S. 16 Abbild. Braunschweig 1908. F. Vieweg & Sohn. 0.60 ℳ.

Schwere, S.: *Wetterinstrumente, Wetterkarten und die Wettervoraussage. Unter Berücksichtigung der neuen Apparate an der Aarauer Wettersäule gemeinverständlich dargestellt.* 8⁰. 39 S. m. Abbildg. Zürich 1908. Th. Schröter. 0.80 ℳ.

Meeres- und Gewässerkunde.

Krümmel, O.: *Flaschenposten, treibende Wracks und andere Triftkörper in ihrer Bedeutung für die Enthüllung der Meeresströmungen.* (2. Jahrg. H. 7 d. Sammlung volkstüml. Vorträge hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 32 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 0.50 ℳ.

Bidlingmaier, Fr.: *Ebbe und Flut.* (2. Jahrg. H. 5 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde zu Berlin.) 8⁰. 46 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 0.50 ℳ.

Toula, F.: *Das Wandern und Schwanken der Meere.* (H. 11 der Schriften des Vereins z. Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse in Wien.) 8⁰. 59 S. m. 12 Taf. Wien 1908. W. Braumüller. 2.40 ℳ.

Herwig, W.: *Die Beteiligung Deutschlands an der internat. Meeresforschung.* IV/V. Jahresbericht. 8⁰. VIII, 288 S. nebst Anhang: Heincke, Fr. and Henking, H.: *Plaice and plaice-fishing. German investigations in the south-eastern part of the North-Sea.* 90 S. Berlin 1908. O. Salle.

Reisen und Expeditionen.

Oberhummer, E.: *Die Polarforschung, ihre Ziele und Ergebnisse.* (H. 17 der Schriften des Vereins z. Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse in Wien.) 8⁰. 51 S. Wien 1908. W. Braumüller. 1.20 ℳ.

Dinse, P.: *Die Anfänge der Nordpolarforschung und die Eismeerfahrten Henry Hudsons.* (2. Jahrg. H. 2 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 28 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 0.50 ℳ.

Digitized by Google

Fischerei und Fauna.

Woltereck, R.: *Tierische Wanderungen im Meere.* (2. Jahrg. H. 3 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 44 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 0.50 *M.*

Physik.

Zentralbureau d. Internat. Erdmessung. Veröffentl. N. F. Nr. 18: O. Hecker: *Bestimmung der Schwerkraft auf dem Indischen und Großen Ozean und deren Küsten, sowie erdmagnetische Messungen.* 4⁰. VIII, 233 S. m. 12 Tafeln. Berlin 1908. Georg Reimer.

Terrestrische und astronomische Navigation.

A. Stupar: *Lehrbuch der astronomischen Navigation.* (Im Auftrage des K. u. K. Reichskriegsministeriums, Marinesektion.) 8⁰. XVI, 274 S. Fiume 1908. In Kommiss. bei K. Gerolds Sohn in Wien. 6.00 *M.*

Alessio, A.: *Sulla teoria e la pratica della nuovo navigazione astronomica.* 8⁰. 135 p. Rom 1908. »Rivista Marittima«.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Reichs-Marine-Amt: *Segelhandbuch f. d. Mittelmeer. V. Tl. Levante.* Beiheft. 8⁰. 16 Taf. m. 125 Küstenansichten. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. Geb. 3.00 *M.*

Turnbull's dock and port charges for the United Kingdom of Great Britain. 9th edit. 8⁰. 621 p. & Appendix 64 p. North Shields 1908. W. J. Potts. 23.50 *M.*

Fischer, Th.: *Die Seehäfen von Marokko.* (2. Jahrg. H. 1 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 43 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 0.50 *M.*

British Admiralty: *Supplement to Norway Pilot, part 2.* London 1908. J. D. Potter. 3 d.

—. *— to Mediterranean Pilot, Vol. I.* Ebenda. 6 d.

—. *— to West India Pilot, Vol. 2.* Ebenda. 9 d.

—. *— to Islands in the Southern Ocean.* Ebenda. 6 d.

—. *Sailing direction: Pacific Islands. Vol. II. (Centralgroups) 4th edit. 1908.* 8⁰. XXIV, 472 p. Ebenda. 6.00 sh.

—. *Notices to mariners issued during 1907 and Supplement 1908 relating to the Arctic Pilot. Vol. III 1905 (Corrected to May 1908).* Ebenda.

Weicker, H.: *Kiautschou, das deutsche Schutzgebiet in Ostasien.* Mit über 145 illustr. Federzeichnungen von Frau Marie Gey-Heinze. 2. Aufl. 8⁰. 239 S. Berlin 1908. A. Schall. geb. 6.00 *M.*

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Kircher, A.: *Die hervorragendsten Schiffstypen der bedeutendsten Kriegsflotten.* 24 Farbendrucke nach Originalen. (In 4 Lfgn.) 1. Lfg. (6 Bl.) 16.5 × 21.5 cm. Bamberg 1908. J. Laibach & F. v. Kleinmayr. 1.50 *M.*

Tomkins, A. E.: *Marine engineering. A text-book. 3rd edit. Entirely rewritten, revised and enlarged.* 8⁰. 820 p. London 1908. Macmillan. 15 sh.

Dinger, H. C.: *Handbook for the care and operation of naval machinery.* 16⁰. 312 p. London 1908. Courtable. 7 sh. 6 d.

Below and abow the water-line. By Seafarer. Illustr. 8⁰. 139 p. Whitcombe & Tombs. 2 sh. 6 d.

Handelsgeographie und Statistik.

Häpke, R.: *Brügges Entwicklung zum mittelalterlichen Weltmarkt.* (Bd. 1 der »Abhandlungen zur Verkehrs- und Seegeschichte«, hrsgegeb. v. D. Schäfer.) 8⁰. XXIV, 296 S. Berlin 1908. Karl Curtius. 9.00 *M.*

Verschiedenes.

Reichs-Marine-Amt. Medizinal-Abt.: *Sanitätsbericht über die Kaiserl. Dtsche. Marine f. d. Zeitraum vom 1./10. 1905 bis 30./9. 1906.* 8⁰. IV, 208 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. geb. 3 *M.*

Zahn, G. W. von: *Eine Ozeanfahrt. II. Der Dienst des Proviantmeisters.* (2. Jahrg. H. 10 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 43 S. Ebenda. 0.50 *M.*

Stahlberg, W.: *Das Reich des Todes im Meer.* (2. Jahrg. H. 12 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 39 S. Ebenda. 0.50 *M.*

Koch, P.: *Vierzig Jahre Schwarz-Weiß-Rot.* (2. Jahrg. H. 4 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 29 S. Ebenda. 0.50 *M.*

Klaus, O.: *Die Post auf dem Weltmeer.* (2. Jahrg. H. 9 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 39 S. Ebenda. 0.50 *M.*

Holzhauer, E.: *Kohlenversorgung und Flottenstützpunkte.* (2. Jahrg. H. 6 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 25 S. Ebenda. 0.50 *M.*

Wittmer, R.: *Große und kleine Kreuzer.* (2. Jahrg. H. 8 d. Sammlung volkstüml. Vorträge, hrsgegeb. v. Instit. f. Meereskunde z. Berlin.) 8⁰. 33 S. Ebenda. 0.50 *M.*

Tait, J.: *Trawlers' and fishermen's guide to Board of Trade examinations for skipper and second-hand.* 8⁰. 174 p. London 1908. J. Brown. 2 sh. 6 d.

Mullan, F. C.: *Brown's seaman's wages calculator.* 16⁰. 134 p. Ebenda. 2 sh. 6 d.

Digitized by Google

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

The anticyclonic belt of the southern hemisphere. H. E. Rawson. »Quartl. Journl. Roy. Met. Soc.« 1908 July.

La variation diurne de la pression atmosphérique. M. E. J. Gheury. »Bullet. Soc. Belge d'Astron.« 1908 Nr. 7/8.

Barometric gradient and wind force. »Nature« 1908, Aug. 13.

De wind als geologische factor in het Gooi. C. L. van Balen. »Tijdschr. Nederl. Aardrijk. Genootsch.« 1908, Juli 16.

Recherches sur la présence des gaz rares dans l'atmosphère à divers hauteurs. Teisserenc de Bort. »Comptes rendus« 1908 T. CXLVII Nr. 3.

Researches on the composition of air at great altitudes, with special reference to argon and its allies. Teisserenc de Bort. »Quartl. Journl. Roy. Met. Soc.« 1908 July.

The law of the earth's nocturnal cooling. W. H. Jackson. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 April.

Temperature inversions at the Mount Weather Observatory. A. J. Henry. »Bullet. Mount Weather Observat.« Vol. I part 3.

Warum die Nordseite der Mittelmeerinseln die mildere ist. Erzherzog Ludwig Salvator. »Mitteil. d. Geogr. Gesellsch. Wien« 1908 Nr. 5/6.

Froid et brouillard sur la Manche. Marc Dechevrens. »Annuaire Soc. Météorol. de France« 1908 Juin.

Sur la mesure de la neige. A. Angot. Ebenda.

Beobachtungen auf See durch S. M. S. »Zieten«. »Mittlg. Dtsch. Seefisch. Ver.« 1908 Nr. 6/7.

Forecasting on the Pacific coast. A. G. Mc Adie. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 April.

Meeres- und Gewässerkunde.

Die Meeresströmungen in ihrer klimatischen Bedeutung. L. Mecking. »Himmel u. Erde« 1908 Aug.

Moderne Methoden der Gezeitenforschung. G. Wegemann. »Geogr. Ztschr.« 1908 H. 8.

Zum Problem der vertikalen Temperaturverteilung im östlichen Mittelmeer. O. Krümmel. »Meteorol. Ztschr.« 1908 Nr. 7.

Zur Frage der vertikalen Temperaturverteilung im östlichen Mittelmeer. J. Hann. Ebenda.

Overzicht der ijswaarnemingen lang de Noordzee- en Zuiderzeekusten en mondingen der groote rivieren. P. H. Gallé. »De Zee« 1908 Aug.

Die Bewegungen der Küsten des Mittelmeeres während der beiden letzten Jahrtausende. »Gaea« 1908 H. 9.

Reisen und Expeditionen.

Der heutige Stand der Geographie der Antarctis. L. Mecking. »Geogr. Ztschr.« 1908 H. 8.

Fischerei und Fauna.

Le conseil supérieur des pêches maritimes. »Le Yacht« 1908 Août 8.

Note sur les établissements de pêches. Quartiers des Marennes et Oléron. »Revue Marit.« 1908 Mai.

Ichthyologische Untersuchungen im Eismeer. II. Gymnelis u. Enchelyopus s. Zoarces. Knipowitsch, N. »Mémoires Acad. Imp. St. Petersburg 1908.«

De duitsche proefneming met het overbrengen van aalbroed van de Severn. P. P. C. Hoek. »Mededeel. over Visscherij« 1908 Juli.

Over de voortplanting en het trekken van de bot. H. C. Redeke. Ebenda.

Culture des éponges. »Revue Marit.« 1908 Mai.

Physik.

Acoustical notes. Lord Rayleight. »Philosoph. Magaz.« 1908 August.

Die Farbe des Wassers. C. Baumann. »Gaea« 1908 H. 9.

Daemeringen i Norge. H. Mohn. »Vidensk. Selsk. Skrifter. Math.-Naturw. Kl. 1908 Nr. 5.

De ongewone schemerings-verschijnselen van 30. Juni en 1. Juli. »Hemel & Dampkring« 1908 Juli.

A new formula for computing the solar constant from pyrheliometric observations. H. H. Kimball. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 April.

On ice and its natural history. J. Y. Buchanan. »Nature« 1908 Aug. 20.

La bitácora compensada de la marina norteamericana. »Anuario Hidrogr. Marina de Chile« Tome 25.

Sulla teoria generale della compensazione quadrantale del Corbara con alcune considerazioni sui tipi di bussola più convenienti alle navi da guerra. L. Tonta. »Riv. Marittima« 1908 Luglio-Agosto.

The earth's residual magnetic field. A. Tanakadate & L. A. Bauer. »Terrestr. Magnet.« 1908 June.

On earth-currents and magnetic variations. L. Steiner. Ebenda.

Magnetic declination and latitude observations in the Bermudas. J. F. Cole. Ebenda.

Magnetic observations by the New Zealand expedition to the Southern Islands. H. F. Skey. Ebenda.

Störmer's work on the physics of the aurora. P. G. Nuting. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 April.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Neue Lotapparate. »Hansa« 1908 Nr. 32.

Die Entwicklung unserer Kenntnis des Windschutzes bei der Aufstellung der Regenmesser. K. Knoch. (Schluß.) »Das Wetter« 1908 H. 7.

A new form of pressure anemoneter. H. A. Hunt. »Publication of the Commonwealth Bureau of Meteorology«, Melbourne 1908.

Recherches expérimentales sur la compensation des barographes anéroïdes des systèmes Richard et Naudet. C. E. Brazier. »Annuaire Soc. Météorol. de France« 1908 Juin.

Een nieuw instrument. (Dubbelsextant.) »Marineblad« 1908 Aug. 1.

Über das Aktinometer Violle-Savélief. D. Smirnow. »Meteorol. Ztschr.« 1908 Nr. 7.

The Brontometer. »Quartl. Journl. Roy. Met. Soc.« 1908 July.

Terrestrische- und astronomische Navigation.

Beitrag zur modernen Nautik. (Schluß.) Ulderup. »Hansa« 1908 Nr. 32.

Über Wesen und Wirkungsart der Meeresrefraktion und über Flutwirkungen. Wahrendorff. (Schluß.) »Weltall« 1908 Aug. 1.

A new way of learning the stars. E. E. Maddox. »Naut. Magaz.« 1908 Aug.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Die südfinnische Skärenküste von Wiborg bis Hangö. Ein Beitrag zur Geographie der Ostseeküsten. »Mitteilg. Geogr. Gesellsch. Lübeck« 2. Reihe H. 23.

Beschreibung des Hafens von Stahlbrode. »Mitteilg. Dtsch. Seefisch. Ver.« 1908 Nr. 6/7.

Feste Dampfertracks auf der Neu Seelandroute. »Hansa« 1908 Nr. 34.

La carta nautica di Gabriel de Valseca (1439). R. Almagià. »Riv. Marittima« 1908 Luglio-Agosto.

Levantamiento de la parte occidental del Canal Beagle por el crucero »Presidente Pinto« en 1901. »Anuario Hidrogr. Marina de Chile« Tome 25.

Viaje de la escampavía »Huemul« a las islas australes de la Tierre del Fuego, en Marzo de 1902. Ebenda.

Viaje de la escampavía »Cóndor« en Mayo de 1902. Ebenda.

Viaje al seno Ultima Esperanza por el escampavía »Toro« en 1901. Ebenda.

Viaje al seno de Skyring i descubrimiento del canal Gajardo por la escampavía »Huemul« en 1902. Ebenda.

Esploraciones hidrográficas de la escampavía »Toro« en varios estuarios patagónicos en enero de 1902. Ebenda.

Viaje de esploracion a los archipélagos de Llanquihue i Chiloé, acompañado de un projecto de valizamiento de los canales i del derrotero jeneral i jeografía náutica del canal de Chacao, archipélago Llanquihue, seno Reloncaví, golfos de Acud i Corcovado i parte continental que mira a ellos, especialmente el estuario Coman, vecinades de los rios Yelchs i Corcovado i bahía Tic-toc. R. Maldonado, capitan de fragata. Ebenda.

Trabajos hidrográficos en la costa de la provincia de Coquimbo. Baldomero Pacheco, capitan de corbeta. Ebenda.

Levantamiento de la costa entre Antofagasta i Coloso, por el crucero »Chacabuco«, en 1903. Ebenda.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Meinungsaustausch zu »Meter und Faden«. »Hansa« 1908 N. 31.

Nogmals »Eenheid van seinen«. B. Koens. »De Zee« 1908 Aug.

Les signaux sous-marins et la sécurité de la navigation. Sauvaire Jourdan. »La Nature« 1908 Juillet 25.

Het nieuwe roercommando. Eene vraag. »De Zee« 1908 Aug.

Praktische Versuche mit dem System »Raasegel nach der Mitte einzuholen«. Raegener. »Hansa« 1908 Nr. 31.

Modern appliances in the merchant service. S. P. Elliott. »Naut. Magaz.« 1908 Aug.

De vloot van stoomtrawlers van West-Europa. »Mededeel. over Visscherij« 1908 Juli.

Return of the »Galilee« and construction of a special vessel. L. A. Bauer. »Terrestr. Magnet« 1908 June.

Beitrag zu einer Kritik der Rentabilität von Schiffen. O. Arlt. »Schiffbau« 1908 Nr. 21.

An experimental model basin. II. A brief description of its functions and operation. R. H. M. Robinson. »Scient. Americ. Suppl.« 1908 July 25.

Electricity and navigation. VIII. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 Aug.

Über den elektrischen Antrieb des Schiffssteuers. A. Strauch. »Schiffbau« 1908 Nr. 21.

Anwendungsgebiet des Motors in der Schiffahrt. F. W. v. Viebahn. Ebenda.

The marine gas engine. Its defects and its merits. »Scient. Americ. Suppl.« 1908 July 25.

Handelsgeographie und Statistik.

Die deutsche Flagge in den außerdeutschen Häfen, 1906. »Vierteljahres-Hefte zur Statistik des Dtsch. Reiches« Ergänz. Hft. II.

Schiffsverkehr im Jahre 1907 in: Barcelona, Corfu, Gibraltar, Glasgow, Great Grimsby, Hangö (Finland), Huelva, Kronstadt, Rotterdam, Rouen, St. Petersburg, Akka (Syrien), Beirut (Syrien), Haifa (Syrien), Hoihan (China), Jaffa, Mersina (Syrien), Nagasaki, Pakhoi (China), Schanghai, Tripolis, Tschifu, Tschinkiang, Wusung, Casablanca, Durban, Antofagasta, Ciudad Bolivar (Venezuela), Cristobal (Panama), Rosario, Santa Elena (Argentinien), Trinidad de Cuba u. Tumaco (Columbien). »Dtsch. Handels-Archiv« 1908 Juli.

Digitized by Google

Schiffsverkehr in den Jahren 1906 u. 1907 in Jaffa (Syrien), in den Häfen von Colon u. Cristobal (Panama) und in Valdivia. »Dtsch. Handels-Archiv« 1908 Juli.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1907 in: Alicante, Bari, Cadiz, Calmata, Dedeagatsch, Halmstad, Hernösand, Hudiksvall und Örnskoldsvik. Ebenda.
Naufrajios i accidentes occuridos en la costa de Chile i mares vecinos i a buques chilenos en mares estranjeros en 1902 a 1904. »Anuario Hidrogr. Marina de Chile« Tome 25.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Das dänische Fischereigesetz vom 4. Mai 1907. »Mittlg. Dtsch. Seefisch. Ver.« 1908 Nr. 6/7.
Verbot der Fischerei mit dem Grundschleppnetz auf dem norwegischen Seeterritorium Ebenda.
Neue Gesetze für Island. Ebenda.

Verschiedenes.

L'XI. congresso internationale di navigazione. »Riv. Marittima« 1908 Luglio-Agosto.
Das hamburgische Lotsenwesen im Rahmen der vaterländischen Geschichte. Fortsetzg. »Hansa« 1908 Nr. 32, 33 u. 34.
Die Ausnutzung der Flutbewegung der Erde. »Himmel u. Erde« 1908 Aug.
Vorgeschichtliche Seefahrten der germanischen Nordseevölker. H. Muchau. »Die Flotte« 1908 Nr. 8.
De geneeskundige behandeling aan boord van koopvaardijschepen. K. Westermann. »De Zee« 1908 Aug.

Die Witterung an der deutschen Küste im Juli 1908.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm +: Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.: Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C.: 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min < 0°)	Eistage (Max < 0°)
Borkum	10.4 m	61.9	+ 1.6	71.9	29.	49.3	17.	16.4	18.1	16.7	16.7	+ 0.3	—	—
Wilhelmshaven	8.5	61.8	+ 1.3	71.2	30.	50.7	17.	16.8	18.7	16.3	16.8	+ 0.4	—	—
Keitum	11.3	61.0	+ 1.3	70.9	29.	49.8	17.	16.8	19.0	16.4	17.1	+ 1.1	—	—
Hamburg	26.0	61.7	+ 1.4	70.9	30.	53.3	17.	17.0	20.6	18.2	17.9	+ 1.1	—	—
Kiel	47.2	61.4	+ 1.5	70.7	30.	52.0	17.	16.4	19.6	16.9	17.1	+ 1.1	—	—
Wustrow	7.0	60.7	+ 1.0	70.2	1.	52.4	13.	16.8	19.0	17.9	17.4	+ 0.5	—	—
Swinemünde	10.0	60.6	+ 0.7	69.8	1.	53.5	13.	18.8	21.1	19.1	19.1	+ 1.6	—	—
Rügenwaldermünde	6.9	60.9	+ 1.2	70.0	1.	53.5	21.	17.1	19.2	17.3	17.2	+ 0.5	—	—
Neufahrwasser	4.5	60.2	+ 0.7	68.9	1.	52.0	21.	18.3	20.0	17.5	17.7	+ 0.1	—	—
Memel	11.7	60.1	+ 1.4	67.7	29.30.	52.2	21.	17.9	19.5	17.8	17.4	— 0.0	—	—

Stat.	Temperatur-Extreme: Mittl. tägl. Max.	Mittl. tägl. Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag: 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit: Absolute, Mittl. mm	Relative, %: 8h V	2h N	8h N	Bewölkung: 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	19.3	14.6	26.2	25.	11.9	23.	1.4	1.8	1.2	11.8	84	76	83	6.4	6.0	7.0	6.5	+0.1
Wilh.	19.9	14.0	25.3	27.	9.0	7.	1.5	1.6	1.3	12.1	84	76	85	7.0	6.7	5.0	6.2	—0.4
Keit.	20.8	14.3	29.7	26.	9.8	9.	1.3	2.0	1.7	13.1	90	84	90	7.5	5.9	5.3	6.2	—0.3
Ham.	21.8	14.5	27.1	26. 28.	10.0	7.	1.8	2.1	2.2	13.2	90	76	83	7.2	7.2	6.2	6.8	0.0
Kiel	21.3	13.7	24.2	13.	9.3	9.	1.7	1.7	1.4	12.6	89	76	86	5.7	5.1	5.2	5.3	—1.3
Wus.	19.7	15.4	25.1	12.	11.9	10.	1.5	1.9	1.8	12.7	87	80	82	6.8	6.8	6.3	6.6	+0.2
Swin.	22.1	16.3	30.7	12.	11.8	6.	1.6	2.6	1.7	12.7	77	68	78	6.3	5.9	5.8	6.0	—0.2
Rüg.	20.5	13.8	31.8	19.	8.1	1.	2.1	2.8	2.0	12.2	82	75	84	4.4	5.4	5.0	4.9	—0.8
Neuf.	20.8	14.3	29.7	13.	8.2	1.	1.6	2.2	1.6	12.5	78	72	82	5.0	5.2	5.3	5.2	—0.8
Mem.	21.3	12.7	31.1	19. 20.	5.0	10.	2.2	3.1	2.5	11.3	73	68	73	4.4	3.6	4.2	4.0	—1.6

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
	8hV–8hN	8hN–8hV	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≥ 0.2 mm	≥ 1.0	≥ 5.0	> 10.0	⌐ u. T	Sommer-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek. Mittel	Abw	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	34	17	51	— 21	9	14.	13	9	5	0	4	3	4	9	(6.9)	(+0.2)	16.5	
Wilh.	28	32	60	— 30	13	9.	16	14	3	2	7	1	4	10	2.8	—2.2	12.5	
Keit.	29	42	71	+ 11	15	16.	12	12	7	1	4	4	1	8	4.6	—	12	
Ham.	30	69	99	+ 8	29	28.	17	15	6	2	9	8	3	11	4.4	—0.1	12	
Kiel	37	29	66	— 22	12	4.	17	15	5	1	4	0	7	9	3.9	—0.8	12	
Wus.	25	45	70	— 3	14	28.	16	15	5	1	2	1	1	13	2.1	—2.9	12	keine
Swin.	41	61	102	+ 25	19	3.	14	11	8	3	9	6	3	8	2.5	—1.4	10.5	
Rüg.	34	35	69	— 19	15	13.	14	11	7	2	7	4	6	8	3.2	—	15	
Neuf.	25	23	48	— 26	17	3.	13	10	3	1	5	4	6	7	4.0	—	12	
Mem.	20	25	45	— 17	12	21.	8	5	4	3	3	11	14	5	3.9	—	12	

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	19	4	9	1	0	0	1	1	2	4	15	1	6	0	17	10	0	3.1	3.1	2.8
Wilh.	14	5	2	4	2	0	2	0	7	3	10	3	1	9	14	9	8	2.7	2.9	2.3
Keit.	3	6	1	2	1	2	1	1	2	8	17	2	4	10	17	11	2	2.5	2.9	2.8
Ham.	5	1	4	4	2	2	4	6	4	3	3	18	1	10	6	20	0	2.9	3.3	2.8
Kiel	8	8	4	0	0	1	1	6	2	4	5	7	8	9	11	4	15	1.8	2.1	1.6
Wus.	5	5	16	0	1	0	8	2	2	1	6	1	16	5	8	1	16	2.8	2.9	2.1
Swin.	8	9	19	0	3	1	0	2	2	8	3	9	13	2	4	5	5	2.5	2.9	1.8
Rüg.	5	12	5	8	5	3	3	2	3	2	8	4	4	5	2	4	18	2.3	3.1	2.3
Neuf.	16	8	9	7	7	4	2	2	6	2	1	5	4	0	4	9	7	2.5	3.0	2.3
Mem.	5	3	9	8	9	0	4	4	4	3	4	4	5	2	23	2	4	2.3	3.2	2.1

Die Witterung an der deutschen Küste war im Durchschnitt bei etwas zu hohem Barometerstande um ein Geringes zu warm (im Mittel der 10 Beobachtungsstationen um 0.6°). Auch herrschte etwas mehr Sonnenschein als dem Monat Juli zukommt, besonders an der ostpreußischen Küste, und die Niederschlagsmengen erreichten im Mittel den Normalbetrag nicht völlig. Auch stürmische Winde waren selten (sie traten nur an vereinzelten Stellen des Küstengebiets auf) und auch die registrierten Windgeschwindigkeiten waren bei meist nordwestlichen Richtungen durchschnittlich ziemlich klein. Demnach erweist sich das Wetter des Juli als verhältnismäßig günstig. Allerdings traten sehr häufig Gewitter auf, die z. T. von ergiebigen Regenfällen begleitet waren. Am gewitterreichsten war die Zeit vom 12. bis 15. des Monats. Tage mit Nebel waren sehr selten; sie traten in größerer Verbreitung nur am 27. Juli auf. Fast alle übrigen Tage des Monats waren nebelfrei. Als Periode anhaltender Trockenheit und heiteren Wetters des ganzen Küstengebiets sind die Tage vom 21. bis 27. hervorzuheben; für die Nordseeküste trifft dies auch für die Zeit vom 1. bis 6. des Monats zu.

Was die Luftdruckverteilung und Wetterlage im einzelnen betrifft, so lag das deutsche Küstengebiet am 1. und 2. Juli an der Südostseite eines Nordwesteuropa bedeckenden Hochdruckgebiets einem Tiefdruckgebiet im Osten gegenüber, das sich erst am 11. Juli entfernte. Deshalb war an den beiden genannten Tagen das Wetter an der deutschen Küste ruhig, heiter und ziemlich warm und trocken. Vom 3. Juli ab breitete sich das genannte Tiefdruckgebiet allmählich westwärts aus und brachte dadurch der Ostseeküste vom 3. bis zum 5. bei verbreiteten Gewittern ergiebige Niederschläge. Die Nordseeküste, die noch im Wirkungsbereich des Hochdruckgebiets lag, hatte in diesen Tagen, wenn auch eine stärkere Bewölkung, so doch nur ganz geringe Niederschläge. Da währenddessen die Winde lebhafter und von der See her landeinwärts wehten, so trat eine merkliche Abkühlung ein, die sich längere Zeit erhielt. Am 6. war die

Wetterlage wenig verändert; doch hatten die Niederschläge nachgelassen. Am folgenden Tage brachte alsdann das die Wetterlage beherrschende russische Tiefdruckgebiet einen bis nach den Britischen Inseln reichenden Ausläufer zur Entwicklung, der namentlich an der Nordseeküste stärkere Regenfälle im Gefolge hatte. Ein am Abend des 7. über Irland erschienenes Minimum entwickelte sich allmählich, nahm an Tiefe und Umfang zu und blieb ostwärts fortschreitend für die Witterung bis zum 15. Juli maßgebend. Während ein Keil hohen Drucks durch den Kontinent zog, brachte es an seiner Südseite Ausläufer zur Entwicklung, die dem deutschen Küstengebiet meist wolkiges oder trübes Wetter mit Regenfällen und zahlreichen Gewittern brachte. Dabei schwankte die Windrichtung zwischen West und Südost. Bei südöstlichen Winden am 12. und 13. traten an der Ostseeküste sehr hohe Temperaturen auf, die in Swinemünde mit 31, in Neufahrwasser mit 30° das Maximum des Monats erreichten.

Als diese Depression am 15. nach Nordskandinavien abzog, erschien im Nordwesten eine neue, die südostwärts durch den Kontinent fortschritt und bis zum 22. Bedeutung für die Witterung der deutschen Küste behielt. Zunächst brachte sie bei südwestlichen Winden am 16. erneut Trübung und Regenfälle, vertiefte sich bis zum folgenden Tage und verursachte teilweise steife und stürmische Winde. Sie wurde auf ihrem westöstlichen Zuge aufgehalten durch einen neuen Keil hohen Drucks, der sich von einem Südwesteuropa bedeckenden Maximum nach Nordwestrußland erstreckt und hier ein Teilmaximum zur Entwicklung gebracht hatte. Dieses kam am 18. Juli noch mehr zur Geltung, und die Depression verlagerte sich mit ihrem Kern unter Verflachung von Schottland nach der südlichen Nordsee, ohne die Witterungsverhältnisse wesentlich zu verändern. Am nächsten Tage schritt die Depression nach Mitteleuropa fort, so daß auf ihrer Westseite kühle nordwestliche, auf der Ostseite jedoch warme südöstliche Winde auftraten. Diese auch am folgenden Tage im wesentlichen bestehende Wetterlage hatte am 19. und 20. zahlreiche Gewitter mit teilweise ergiebigen Niederschlägen im Gefolge. Am 21. Juli bahnte sich eine durchgreifende Änderung der Witterungsverhältnisse an, indem ein Hochdruckgebiet vom Westen her ostwärts vordrang und eine Depression nach dem Osten abzog, wo sie noch vielfach stürmische Winde und Abkühlung herbeiführte. Hiermit trat eine längere Trockenperiode mit heiterem, ruhigem Wetter ein, die bis zum 28. Juli dauerte, wo das Hochdruckgebiet den nördlichen Teil Europas, von Skandinavien bis Nordrußland, bedeckte und mit dem schon seit dem 26. über der Biskayasee liegenden Hochdruckgebiet noch in Verbindung stand. Während dieser Zeit stellten sich bei ungehinderter Sonnenstrahlung und inlandigen Winden sehr hohe Temperaturen ein, die an der Nordseeküste sogar die höchsten Werte des Monats erreichten. Keitum z. B. hatte am 26. 29.7° Wärme. Dabei traten wiederholt, namentlich am 25., an der Ostseeküste und am 26. allgemein verbreitete Gewitter auf, die jedoch nur vereinzelt von stärkeren Regengüssen begleitet waren. Nunmehr drang ein bereits am 21. in der Gegend von Island verweilendes Tiefdruckgebiet ostwärts vor und entwickelte einen Norddeutschland in den letzten Tagen des Monats durchquerenden Ausläufer; dieser führte, nachdem bereits am 28. an der Nordsee vorübergehend Regenfälle eingetreten waren, Trübung und Niederschläge an der ganzen Küste herbei. Bei dem Vordringen des Hochdruckgebiets vom Ozean entwickelten sich lebhafte nordwestliche Winde, die Abkühlung zur Folge hatten.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68–71.

Bemerkungen über die durch den Wind erzeugten Meeresströmungen.

Von O. E. Schiötz.

In seiner großen Arbeit »The Oceanography of the North Polar Basin«[1]) behandelt Nansen auch die durch die Winde erzeugten Strömungen. Indem er sich auf Berechnungen stützt, welche von W. Ekman[2]) ausgeführt sind, hebt er darin hervor, daß die Stromrichtung in der Oberfläche auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts von der Windrichtung abweichen müsse. Diese Ablenkung nach rechts müsse außerdem gleichmäßig mit der Tiefe zunehmen. Dieses Verhältnis müsse sowohl der Strömungsgeschwindigkeit, die ein Wind erzeugen kann, als auch der Tiefe, die eine solche Strömung erreichen kann, Grenzen setzen. In einigen späteren Arbeiten[3]) hat Ekman aufs neue diese Fragen behandelt; in diesen hält er die vorn erwähnten Resultate aufrecht.

Ekman setzt in seinen Berechnungen voraus, daß das Meer wie die Windströmung in allen Richtungen unbegrenzt ist. In einer Sitzung der Christiania-Wissenschaftgesellschaft, Januar 1902, in welcher Nansen über seine Arbeit referierte, äußerte ich, daß die erwähnten Voraussetzungen den wirklichen Verhältnissen in der Natur nicht entsprechen können; selbst wenn das Meer als unbegrenzt betrachtet werden kann, muß doch die Breite der Windströmung als begrenzt angenommen werden. Solange die Richtung der Meeresströmung mit der Windrichtung nicht zusammenfällt, muß das Wasser notwendig an der einen Seite der Luftströmung etwas aufgestaut werden, an der anderen Seite eine entsprechende Depression erleiden. Hierdurch wird notwendig ein Druckgradient im Meere senkrecht zu der Luftströmung erzeugt werden; dieser muß die Abweichung der Meeresströmung von der Windrichtung vermindern und ebenso die Drehung der Strömung mit wachsender Tiefe hindern. Von derselben Meinung ist auch H. Mohn, und er hat sie auch stets gehegt; in einer nachfolgenden Abhandlung wird er in dieser Zeitschrift aufs neue seine Ansichten in betreff dieser Frage näher entwickeln. Ich konnte indessen damals nicht auf eine Lösung der Bewegungsgleichungen hinweisen, welche solche Druckverhältnisse zeigt. Im folgenden werde ich diesen Mangel zu ergänzen suchen.

Wie Ekman werde ich annehmen, daß die Meeresoberfläche in genügend weitem Umfang um den betrachteten Ort als eben angesehen werden kann, und daß sie durch eine Luftströmung in Bewegung gesetzt wird, die überall in derselben Richtung weht; die Breite der Luftströmung werden wir uns jedoch als endlich denken. Die Meerestiefe soll überall dieselbe sein. Die Punkte werden wir beziehen auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem, mit dem Anfangspunkt in der Meeresoberfläche und der Z-Achse nach unten gekehrt; die Y-Achse soll nach der linken Hand eines Beobachters, welcher auf der horizontalen Ebene steht und in der Richtung der X-Achse hinsieht, gerichtet sein. Die Dichte des Meerwassers ϱ soll konstant sein.

Die Differentialgleichungen für die relative Bewegung des Wassers sind nun, wenn man auch die innere Reibung berücksichtigt:

$$\frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dx} = \frac{\zeta}{\varrho}\left[\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right] - \frac{du}{dt} - u\frac{du}{dx} - v\frac{du}{dy} - w\frac{du}{dz} + 2\omega\,[v\cos\gamma - w\cos\beta]$$

$$\frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dy} = \frac{\zeta}{\varrho}\left[\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2}\right] - \frac{dv}{dt} - u\frac{dv}{dx} - v\frac{dv}{dy} - w\frac{dv}{dz} + 2\omega\,[w\cos\alpha - u\cos\gamma]$$

$$\frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dz} = g + \frac{\zeta}{\varrho}\left[\frac{d^2w}{dx^2} + \frac{d^2w}{dy^2} + \frac{d^2w}{dz^2}\right] - \frac{dw}{dt} - u\frac{dw}{dx} - v\frac{dw}{dy} - w\frac{dw}{dz} + 2\omega\,[u\cos\beta - v\cos\alpha]$$

[1]) The Norwegian North Polar Expedition; Scientific Results, Volume III.

[2]) V. Walfrid Ekman: Om jordrotationens inverkan på vindströmmar i hafvet. Nyt Mag. f. Naturvid., Bd. 40.

[3]) V. Walfrid Ekman: On the Influence of the Earth's Rotation on Ocean-Currents. Arkiv f. Math., Astron. och Fysik, Bd. 2. Kgl. Svenska Vet. Akad. 1905.
V. Walfrid Ekman: Beiträge zur Theorie der Meeresströmungen. Ann. d. Hydr. usw. 1906.

Hierzu kommt die Bedingung der Inkompressibilität und Kontinuität

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0.$$

Hier bezeichnet p den Druck; u, v, w die Komponenten der Geschwindigkeit einer Flüssigkeitspartikel; ζ den Reibungskoeffizienten des Wassers; ω die Rotationsgeschwindigkeit der Erde; t die Zeit; α, β, γ die Winkel, welche die nach unten gekehrte Erdachse mit den Koordinatenachsen bildet. Ist λ die geographische Breite, so hat man

$$\cos\gamma = \sin\lambda.$$

Im folgenden werden wir allein die Bewegung des Wassers betrachten innerhalb zweier vertikalen Ebenen parallel zur Richtung des Windes und so weit von den Grenzen der Luftströmung liegend, daß die an diesen auftretenden komplizierten Verhältnisse außer Betracht gesetzt werden können. Außerdem werden wir annehmen, daß die vertikale Bewegung des Wassers so klein ist, daß man sie nicht zu berücksichtigen braucht, oder daß

$$w = 0.$$

Die oben stehenden Gleichungen werden dann

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dx} &= \frac{\zeta}{\varrho}\left[\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right] - \frac{du}{dt} - u\frac{du}{dx} - v\frac{du}{dy} + 2\,\omega\, v\sin\lambda \\ \frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dy} &= \frac{\zeta}{\varrho}\left[\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2}\right] - \frac{dv}{dt} - u\frac{dv}{dx} - v\frac{dv}{dy} - 2\,\omega\, u\sin\lambda \\ \frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dz} &= g + 2\,\omega\,[u\cos\beta - v\cos\alpha] \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (1)$$

und

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} = 0.$$

Differentiiert man die erste Gleichung nach y, die zweite nach x und zieht beide voneinander ab, so erhält man:

$$\frac{\zeta}{\varrho}\left[\frac{d^2\xi}{dx^2} + \frac{d^2\xi}{dy^2} + \frac{d^2\xi}{dz^2}\right] - \frac{d\xi}{dt} - u\frac{d\xi}{dx} - v\frac{d\xi}{dy} = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

worin man

$$\xi = \frac{du}{dy} - \frac{dv}{dx}$$

gesetzt hat.

Die einfachste Lösung dieser Gleichung ist

$$\xi = \frac{du}{dy} - \frac{dv}{dx} = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

Diese müssen wir auch hier annehmen, indem $\xi \lesseqgtr 0$ anzeigen würde, daß in der Flüssigkeit Wirbelbewegungen mit Wirbelfäden parallel zur Z-Achse auftreten müßten; dies wird aber nicht stattfinden bei den Bewegungen, die wir betrachten werden.

Aus Gleichung (3) folgt, daß u und v als Funktionen von x und y ein Geschwindigkeitspotential F haben müssen, das infolge der letzten der Gleichungen (1) die Gleichung

$$\frac{d^2F}{dx^2} + \frac{d^2F}{dy^2} = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

befriedigen muß.

Die einfachste Lösung, die auch unseren Voraussetzungen entsprechen wird, ist, daß F eine lineare Funktion von x und y ist; wir setzen daher

$$F = u\,x + v\,y \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

wo also die Geschwindigkeitskomponenten u und v von x und y unabhängig sein müssen, Funktionen von z und t aber sein können.

Differentiiert man die erste Gleichung (1) nach x, die zweite nach y und addiert beide, so erhält man, wenn man Rücksicht auf die letzte Gleichung (1) und Gleichung (3) nimmt:

$$\frac{1}{\varrho}\left[\frac{d^2p}{dx^2} + \frac{d^2p}{dy^2}\right] = -2\left[\left(\frac{du}{dx}\right)^2 + \left(\frac{du}{dy}\right)^2\right].$$

Die rechte Seite ist hier gleich Null, weil u und v wie erwähnt von x und y unabhängig sind; man erhält deshalb

$$\frac{d^2p}{dx^2} + \frac{d^2p}{dy^2} = 0.$$

Als Lösung dieser Gleichung können wir auch hier eine lineare Funktion von x und y nehmen. Dies entspricht, daß der durch die Bewegung erzeugte Druckgradient überall der XY-Ebene parallel ist; diese Annahme scheint aber eben die wahrscheinlichste zu sein, wenn die Geschwindigkeit, wie wir gefunden haben, in jeder solchen Ebene konstant ist. Wir setzen also

$$p = p_0 + ax + by \quad \dots \dots \dots \dots \quad (6)$$

hier sind p_0, a und b von x und y unabhängig, von z und t aber vielleicht abhängig. Um dieses näher zu untersuchen, werden wir die dritte der Gleichungen (1) anwenden; aus dieser folgt

$$\frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dz} = \frac{1}{\varrho}\left[\frac{dp_0}{dz} + x\frac{da}{dz} + y\frac{db}{dz}\right] = g + 2\,\omega\,[u\cos\beta - v\cos\alpha].$$

Die rechte Seite ist hier nach dem Vorhergehenden von x und y unabhängig; dasselbe muß mithin auch für die linke Seite gelten. Deshalb muß

$$\frac{da}{dz} = \frac{db}{dz} = 0$$

sein; a und b können also nur von der Zeit t abhängen. Der durch die Bewegung erzeugte Druckgradient ist folglich in jeder Tiefe derselbe.

Werden die gefundenen Werte der Geschwindigkeitskomponenten und des Druckes in die zwei ersten der Gleichungen (1) eingeführt, so bekommt man

$$\left.\begin{aligned} \frac{a}{\varrho} &= \frac{\zeta}{\varrho}\frac{d^2u}{dz^2} - \frac{du}{dt} + 2\,\omega\,v\sin\lambda \\ \frac{b}{\varrho} &= \frac{\zeta}{\varrho}\frac{d^2v}{dz^2} - \frac{dv}{dt} - 2\,\omega\,u\sin\lambda \end{aligned}\right\} \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

Multipliziert man die letzte Gleichung mit $i = \sqrt{-1}$ und addiert beide, so erhält man

$$\left.\begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= \frac{\zeta}{\varrho}\frac{d^2s}{dz^2} - 2\,\omega\,s\,i\sin\lambda - \frac{a+bi}{\varrho} \\ s &= u + vi \end{aligned}\right\} \quad \dots \dots \dots \quad (7b)$$

wo

Um von dieser Gleichung die Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Tiefe herleiten zu können, muß man die Grenzbedingungen, welche die Bewegung befriedigen soll, kennen. Wir werden annehmen, daß für t = 0 der Wind mit seiner vollen Stärke zu wehen anfängt, und daß vor dieser Zeit alles in Ruhe ist. Die Kraft, womit der Wind das Wasser fortzuschleppen suchen wird, muß natürlich von der Stärke des Windes abhängen und seiner Richtung entlang gerichtet sein. Ekman setzt diese Kraft der Windstärke proportional und mithin konstant, solange diese konstant ist.

Um dies näher zu untersuchen, werden wir zuerst annehmen, daß keine ablenkende Kraft auf die Meeresströmung wirkt. In diesem Falle werden keine Niveauänderungen an den Grenzen der Strömung auftreten, weshalb die Differentialgleichung 7b zu folgender reduziert wird

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\zeta}{\varrho}\frac{d^2s}{dz^2} = h^2\frac{d^2s}{dz^2} \quad \dots \dots \dots \dots \quad (7c)$$

indem man setzt

$$\frac{\zeta}{\varrho} = h^2.$$

Diesen Fall hat K. Zöppritz[1]) früher ausführlich behandelt; des Zusammenhangs wegen werden wir ihn auch hier mitnehmen.

Auf der Oberfläche des Wassers werden wir zuerst mit Ekman annehmen, daß der Wind eine konstante tangentielle Kraft ausübt; die Komponenten derselben werden wir X und Y nennen. Bezeichnet man die Geschwindigkeitskomponenten des Windes mit U und V, so kann man folglich setzen

$$X = \varkappa U \quad \text{und} \quad Y = \varkappa V.$$

[1]) Wiedemanns Ann. d. Phys., 1878 Bd. 3, pag. 582.

Digitized by Google

Es muß jedoch bemerkt werden, daß U und V eigentlich nicht die Komponenten der Geschwindigkeit des Windes, sondern diejenigen der Luft grade an der Oberfläche des Meeres bezeichnen; diese Geschwindigkeit ist aber viel kleiner als diejenige des Windes höher hinauf.

Weil die Geschwindigkeit des Wassers nach unten abnimmt, wird das Wasser in der Oberfläche mit einer Kraft zurückgehalten werden, deren Komponenten gleich

$$-\zeta\frac{du}{dz} \text{ und } -\zeta\frac{dv}{dz}$$

sind.

Für $z = 0$ erhält man also folgende Bedingungen:

$$X = \varkappa U = -\zeta\left(\frac{du}{dz}\right)_{z=0}$$

$$Y = \varkappa V = -\zeta\left(\frac{dv}{dz}\right)_{z=0};$$

für $t = 0$ soll außerdem das Wasser in Ruhe sein, oder für $t = 0$; $u = v = 0$.

Der Kürze halber werden wir folgende Bezeichnungen einführen:

$$S = U + Vi, \quad n = \frac{\varkappa}{\zeta}.$$

Da es die Größe $\frac{ds}{dz}$ ist, welche durch die Grenzbedingung für $z = 0$ bestimmt wird, so werden wir diese Größe in der Gleichung (7c) einführen. Setzt man

$$\frac{ds}{dz} = \varphi(z, t),$$

so erhält man

$$\frac{d\varphi}{dt} = h^2\frac{d^2\varphi}{dz^2}$$

mit den Bedingungen für

$$\left.\begin{array}{ll} t = 0, & \varphi(z, o) = 0 \\ z = 0, & \varphi(o, t) = -nS \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7d)$$

Derselben Differentialgleichung mit entsprechenden Bedingungen begegnet man in der Wärmelehre; das Integral ist

$$\varphi(z, t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_{\frac{z}{2h\sqrt{t}}}^{\infty}\varphi\left(o, t - \frac{z^2}{4h^2\beta^2}\right)e^{-\beta^2}d\beta = \frac{1}{2h\sqrt{\pi}}\int_0^t\varphi(o, \alpha)\,e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}}\frac{z\,d\alpha}{(t-\alpha)^{\frac{3}{2}}}.$$

Hieraus erhält man

$$s = \int^{z}\varphi(z, t)\,dz = -\frac{h}{\sqrt{\pi}}\int_0^t\varphi(o, \alpha)\,e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}}\frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Dieser Ausdruck befriedigt, wie man findet, die Gleichung (7c), welche Funktion φ auch ist.

Für $t = 0$ ist $s = 0$; außerdem soll man haben für

$$z = 0; \quad \left(\frac{ds}{dz}\right)_{z=0} = \varphi(o, t) = -nS;$$

wird dies in die Gleichung (8) eingeführt, so erhält man endlich

$$s = \frac{nh}{\sqrt{\pi}}S\int_0^t e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}}\frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8b)$$

welches die Lösung des vorliegenden Problems gibt.

Setzt man

$$\sqrt{t-\alpha} = \frac{1}{\beta},$$

Digitized by Google

so nimmt das Integral die Form an

$$s = \frac{2\,n\,h}{\sqrt{\pi}} S \int_{\frac{1}{\sqrt{t}}}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{4h^2}\beta^2} \frac{d\beta}{\beta^2} = \frac{n\,h}{\sqrt{\pi}} S \left[2\sqrt{t}\, e^{-\frac{z^2}{4\,h^2\,t}} - \frac{z^2}{h^2} \int_{\frac{1}{\sqrt{t}}}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{4\,h^2}\beta^2} d\beta \right]$$

welches sich für $t = \infty$ dem Werte

$$s = \frac{2\,n\,h}{\sqrt{\pi}} S \sqrt{t} - n\,S\,z \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (9)$$

nähert. Diese Gleichung entspricht also dem stationären Zustand, für welchen die Differentialgleichung auf

$$\frac{d^2 s}{d z^2} = 0$$

reduziert wird.

Wie man sieht, wird die Geschwindigkeit mit der Zeit über alle Grenzen wachsen, indem sie in der Oberfläche $\sqrt{t}$ proportional ist. Dies war auch zu erwarten, wenn die Treibkraft an der Oberfläche konstant gehalten wird. Diese Voraussetzung führt also zu einem unannehmbaren Resultat. Die Treibkraft muß abnehmen, je nachdem die Geschwindigkeit des Wassers zunimmt. Man hat die Komponenten der Treibkraft proportional dem Unterschiede zwischen den Geschwindigkeitskomponenten der Luft und des Wassers zu setzen, wie man zu tun pflegt, wenn Reibung zwischen zwei einander berührenden Flüssigkeiten auftritt, die in relativer Bewegung sind. Werden die Komponenten der Geschwindigkeit des Wassers in der Oberfläche mit u_0 und v_0 bezeichnet, so nehmen die Komponenten der Treibkraft folgende Form an

$$X = \varkappa (U - u_0) \text{ und } Y = \varkappa (V - v_0).$$

Rücksichtlich des Reibungskoeffizienten $\varkappa$ kann bemerkt werden, daß er vielleicht nicht als konstant zu betrachten ist; er nähert sich möglicherweise Null, wenn der Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten unter eine bestimmte Größe sinkt. Indessen werden wir in dem Folgenden der Einfachheit wegen $\varkappa$ als konstant betrachten.

Die Grenzbedingung wird nun für

$$z = o, \left(\frac{ds}{dz}\right)_{z=0} = \varphi(o, t) = -n(S - s_0);$$

infolge der Gleichung (8) ist

$$s_0 = -\frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \varphi(o, \alpha) \frac{d\alpha}{\sqrt{t - \alpha}};$$

die Grenzbedingung nimmt daher die Form an

$$\varphi(o, t) = -n\,S - \frac{n\,h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \varphi(o, \alpha) \frac{d\alpha}{\sqrt{t - \alpha}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (10a)$$

Hieraus folgt

$$\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{n\,h}{\sqrt{\pi}} \frac{\varphi(o)}{\sqrt{t}} - \frac{n\,h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \frac{d\varphi}{d\alpha} \frac{d\alpha}{\sqrt{t - \alpha}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (10b)$$

multipliziert man diese Gleichung mit $\frac{d\tau}{\sqrt{t - \tau}}$ und integriert von o bis t, so erhält man

$$\int_0^t \frac{d\varphi}{d\tau} \frac{d\tau}{\sqrt{t - \tau}} = -n\,h\sqrt{\pi}\,\varphi(o, t) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (10c)$$

indem man folgende Gleichung gebraucht

$$\int_0^t \frac{d\tau}{\sqrt{t - \tau}} \int_0^\tau \frac{df}{d\alpha} \frac{d\alpha}{\sqrt{\tau - \alpha}} = \pi\,[f(t) - f(o)],$$

die für jede Funktion f(t) gilt.

Digitized by Google

Führt man die Gleichung (10c) in (10b) ein, so erhält man folgende Differentialgleichung zur Bestimmung von φ (t).

$$\frac{d\varphi}{dt} - n^2 h^2 \varphi = -\frac{n\,h}{\sqrt{\pi}}\frac{\varphi(o)}{\sqrt{t}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

Das allgemeine Integral hiervon ist

$$\varphi(t) = A\,e^{n^2h^2t} - \frac{n\,h}{\sqrt{\pi}}\varphi(o)\int_0^t e^{n^2h^2\alpha}\frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}}.$$

Wird dieses in die Gleichung (10a) eingesetzt, so lassen sich die Konstanten bestimmen; man findet

$$A = \varphi(o) = -n\,S,$$

woraus folgt

$$\varphi(o,t) = -n\,S\left[e^{n^2h^2t} - \frac{n\,h}{\sqrt{\pi}}\int_0^t e^{n^2h^2\alpha}\frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11b)$$

Setzt man diesen Wert von φ in das Integral (8) ein, so erhält man

$$s = \frac{n\,h}{\sqrt{\pi}}S\int_0^t\left[e^{n^2h^2\tau} - \frac{n\,h}{\sqrt{\pi}}\int_0^\tau e^{n^2h^2\alpha}\frac{d\alpha}{\sqrt{\tau-\alpha}}\right]e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\tau)}}\frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \quad \ldots \quad (12)$$

Diesem Ausdruck läßt sich folgende Form geben

$$s = \frac{2}{\sqrt{\pi}}S\int_{\frac{z}{2h\sqrt{t}}}^{\infty} e^{-\beta^2}d\beta + \frac{2}{\sqrt{\pi}}e^{n^2h^2t}\left[\int_0^{\frac{z}{2h\sqrt{t}}} e^{-\beta^2-\frac{n^2z^2}{4\beta^2}}d\beta - \int_{nh\sqrt{t}}^{\infty} e^{-\beta^2-\frac{n^2z^2}{4\beta^2}}d\beta\right] \quad \ldots \quad (12b)$$

der für $t = \infty$ für alle Werte von z

$$s = \frac{2}{\sqrt{\pi}}S\int_0^\infty e^{-\beta^2}d\beta = S$$

gibt, oder

$$u + v\,i = U + V\,i,$$

das heißt

$$u = U \quad \text{und} \quad v = V.$$

Die Geschwindigkeit des Wassers wird also immer endlich bleiben, was natürlich der Fall sein muß, wenn der Wind mit endlicher Geschwindigkeit gleichmäßig weht. Vorausgesetzt, daß der Reibungskoeffizient $\varkappa$ konstant ist, finden wir, daß die Geschwindigkeit des Wassers immer mehr sich derjenigen des Windes nähern wird. Dieses Ergebnis hängt nicht von der Größe der inneren Reibung ζ ab; der Wert derselben, welcher in den Koeffizienten n und h der Gleichung (12b) eintritt, wird nur Einfluß haben auf die Zeit, welche verstreichen wird, bis man sagen kann, daß die Bewegung stationär geworden ist.

Der Fall, den wir oben betrachtet haben, entspricht im großen und ganzen dem, wie er beim Äquator stattfinden wird. Da die Breite, λ, hier gleich Null ist, wird keine ablenkende Kraft auf das strömende Wasser wirken und daher auch kein Druckgradient senkrecht zur Strömungsrichtung auftreten.

Ehe wir fortfahren, werden wir etwas näher untersuchen, wie man es sich denken kann, daß ein solcher Druckgradient bei der Bewegung auftreten könnte. Anfangs, solange t klein ist, muß dieser Druckgradient oder die Größen a und b (Gleichung 6) äußerst klein sein; die Bewegung wird daher anfangs im großen und ganzen vor sich gehen, wie Ekman es entwickelt hat. An der Oberfläche wird das Wasser folglich durch die von der Erdrotation bedingte ablenkende Kraft nach rechts (auf der nördlichen Hemisphäre) von der Windrichtung getrieben werden, gegen die Grenze der Windströmung auf der rechten Seite und

von derselben auf der linken Seite. Je tiefer die Bewegung hinunterdringt, desto mehr wird das Wasser nach rechts abgelenkt. Hieraus folgt ohne weiteres, daß das Wasser auf der rechten Seite der Windströmung etwas aufgestaut werden muß. Wegen dieser Stauung des Wassers auf der rechten Seite kommt auch das Wasser außerhalb der Luftströmung in Bewegung; die Stauung wird zunehmen, bis ebensoviel Wasser von der Grenze fortströmen wird, als der Wind zu derselben führt. Eine entsprechende Bewegung wird auf der linken Seite stattfinden; hier aber ist die Bewegung gegen die Grenze gerichtet. Wegen der Erdrotation wird indessen das Wasser bei dieser Bewegung nach rechts abgelenkt werden, so daß es mehr oder weniger der Grenze parallel strömen wird. Diese Bewegung des Wassers außerhalb der Windströmung werden wir erstens betrachten. Da die erwähnten Niveauänderungen die Grenzen entlang auftreten müssen, so müssen die durch dieselben bedingten Druckgradienten senkrecht auf der Richtung der Luftströmung stehen.

Bezeichnen wie früher U und V die Komponenten der Geschwindigkeit des Windes, so kann man den Druck rechts außerhalb der Luftströmung durch folgenden Ausdruck angeben:

$$p = p_0 - \psi V x + \psi U y,$$

woraus

$$a = \quad \psi V \text{ und } b = \psi U;$$

also

$$a + bi = \psi i (U + Vi) = \psi S i.$$

Hier bezeichnet ψ eine reelle Größe, die allein von der Zeit abhängt, wo für

$$t = 0, \quad \psi = 0.$$

Wird dieser Ausdruck für $a + bi$ in die Gleichung (7b) gesetzt, so ergibt sich

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\zeta}{\varrho}\frac{d^2 s}{dz^2} - 2\omega s i \sin\lambda - \frac{\psi S}{\varrho} i.$$

Außer den früher benutzten Bezeichnungen

$$\frac{\zeta}{\varrho} = h^2 \text{ und } \frac{\varkappa}{\zeta} = n$$

werden wir $\omega \sin\lambda = c$ und $\frac{S}{\varrho} = m$ setzen.

Die Gleichung nimmt dann die Form

$$\frac{ds}{dt} = h^2 \frac{d^2 s}{dz^2} - 2csi - \psi m i \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

an. Die Grenzbedingungen werden in diesem Falle für

$$t = 0, \quad s = 0 \text{ und } \psi(o) = 0$$

$$z = 0, \qquad \zeta\left(\frac{ds}{dz}\right)_{z=0} = \quad \varkappa'(\sigma \quad s_0).$$

In betreff des Reibungskoeffizienten $\varkappa'$ zwischen Luft und Wasser wird man bemerken, daß er hier sehr klein sein muß, weil die Oberfläche des Wassers im großen und ganzen als eben und glatt zu betrachten ist. Anders verhält es sich dort, wo der Wind weht; an dieser Strecke der Oberfläche werden die Wellen einen ausgezeichneten Windfang für die Luft bilden, so daß die Fähigkeit der Luft ihre Bewegung dem Wasser zu übertragen dadurch in hohem Grade vergrößert werden wird. Dieses können wir in unseren Gleichungen berücksichtigen, indem wir dem Reibungskoeffizienten einen viel größeren Wert da geben, wo der Wind weht. Wir werden deshalb voraussetzen, daß $\varkappa'$ viel kleiner als $\varkappa$ ist.

Um die Gleichung (13) integrieren zu können, werden wir setzen:

$$s = r(t) + e^{-2cti} f(t, z),$$

wo r eine Funktion von der Zeit allein ist.

Die Differentialgleichung teilt sich dann in folgende zwei Gleichungen:

$$\frac{dr}{dt} = -2cri - \psi m i$$

und

$$\frac{df}{dt} = h^2 \frac{d^2 f}{dz^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Digitized by Google

Das Integral der ersten Gleichung ist

$$r(t) = -i m e^{-2cti} \int_0^t \psi(\tau) e^{2c\tau i} d\tau + C e^{-2cti};$$

hier kann man indessen C = o setzen, da für t = o, s = o.

Auch in diesem Falle wird $\frac{ds}{dz}$ oder $\frac{df}{dz}$ durch die Grenzbedingung bestimmt; wir werden daher auf ähnliche Weise wie früher

$$\varphi(z, t) = \frac{df}{dz}$$

einführen und erhalten

$$\frac{d\varphi}{dt} = h^2 \frac{d^2\varphi}{dz^2}.$$

Aus den obenerwähnten Bedingungsgleichungen folgt für

$$\left.\begin{aligned} t &= 0, \quad \varphi(z, o) = o \\ z &= 0, \quad e^{-2cti} \varphi(o, t) = \nu s_0 = \nu [r(t) + e^{2cti} f(o, t)] \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ldots \ldots (15)$$

wenn man

$$\nu = \frac{\varkappa'}{\zeta}$$

setzt. Hieraus erhält man, cfr. Gleichung (8),

$$f(z, t) = -\frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \varphi(o, \alpha) e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}} \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}}.$$

Zur Bestimmung der Funktion φ (o, t) erhält man aus der zweiten Bedingungsgleichung

$$\varphi(o, t) = \nu \left[r(t) e^{2cti} - \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \varphi(o, \alpha) \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \right]$$

oder, wenn der Wert für r (t) eingeführt wird,

$$\varphi(o, t) = -i m \nu \int_0^t \psi(\tau) e^{2c\tau i} d\tau - \frac{\nu h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \varphi(o, \alpha) \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \quad \ldots \ldots (16)$$

Verfährt man auf ähnliche Weise wie früher, S. 433 u. 434, so findet man, daß φ die folgende Differentialgleichung befriedigen muß

$$\frac{d\varphi}{dt} - \nu^2 h^2 \varphi = -\frac{\nu^2 h^2 \varphi(o)}{\sqrt{\pi} \sqrt{t}} - i m \nu \psi(t) e^{2cti} + i m \nu \frac{\nu h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \psi(\tau) e^{2c\tau i} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \quad \ldots (16a)$$

Aus Gleichung (16) folgt φ (o) = 0. Das Integral von Gleichung (16a) wird dann

$$\varphi(t) = -i m \nu \left[e^{\nu^2 h^2 t} \int_0^t \psi(\alpha) e^{(2ci - \nu^2 h^2)\alpha} d\alpha - \frac{\nu h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{\nu^2 h^2 \tau} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \int_0^\tau \psi(\alpha) e^{(2ci - \nu^2 h^2)\alpha} d\alpha \right].$$

Wird dies in die obenstehende Gleichung für f (z, t) gesetzt, so findet man endlich für s

$$s = -i m e^{-2cti} \int_0^t \psi(\tau) e^{2c\tau i} d\tau + i m \frac{\nu h}{\sqrt{\pi}} e^{-2cti} \int_0^t e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}} \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \Bigg|$$

$$\left[e^{\nu^2 h^2 \alpha} \int_0^\alpha \psi(\tau) e^{(2ci - \nu^2 h^2)\tau} d\tau - \frac{\nu h}{\sqrt{\pi}} \int_0^\alpha e^{\nu^2 h^2 \tau} \frac{d\tau}{\sqrt{\alpha-\tau}} \int_0^\tau \psi(\beta) e^{(2ci - \nu^2 h^2)\beta} d\beta \right] \quad (17)$$

Von der Funktion ψ (t) kann man nur sagen, daß ψ (o) = 0, und daß sie nach einiger Zeit ein Maximum erreichen wird um später langsam abzunehmen und zwar wahrscheinlich bis zu Null. ψ (t) muß außerdem von der geographischen Breite so abhängen, daß für

$$\lambda = 0, \qquad \psi = 0.$$

An dem Äquator ist nämlich die durch die Erdrotation erzeugte ablenkende Kraft gleich Null, und daher treten auch dort keine Niveauänderungen längs der Grenzen einer Strömung auf. Da man also nicht weiß, wie die Funktion ψ (t) sich mit der Zeit ändert, kann man von dem oben stehenden Integral nicht näher herleiten, wie die Geschwindigkeit des Wassers sich mit der Zeit und der Tiefe ändern wird.

Der stationäre Zustand, dem die Bewegung sich nach und nach nähern wird, wenn man annimmt, daß ψ (t) sich einem konstanten Wert nähert, muß doch derselbe werden, ob wir voraussetzen, daß ψ (t) gleich von Anfang an diesen konstanten Wert hat oder erst später diesen erreicht. Da die Funktion ψ (t) wahrscheinlich sehr langsam abnimmt, wenn sie ihr Maximum überschritten hat, so werden wir uns einen Begriff von der Bewegung nach Verlauf einer langen Zeit machen können, wenn wir die stationäre Bewegung mit dem Wert bestimmen, welchen ψ (t) zu dieser Zeit erreicht hat.

Nimmt man in Gleichung (17) ψ konstant gleich ψ_1, läßt das Integral sich für genügend große Werte der Zeit in folgende Form bringen

$$s = \frac{m\,\psi_1}{2\,c}\left[\frac{\nu\,h}{\sqrt{2\,c\,i}+\nu\,h}\,e^{-\frac{z}{h}\sqrt{2\,c\,i}} - 1\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17\,a)$$

Dieses Resultat hätte man natürlich auch direkt aus der Differentialgleichung (13) herleiten können, wenn man in dieselbe $\frac{d\,s}{d\,t} = 0$ und ψ konstant setzt.

Führt man in (17a) die Bezeichnung $\mu = \frac{1}{h}\sqrt{c}$ ein, so werden die Geschwindigkeitskomponenten

$$\left.\begin{aligned} u &= \frac{\psi_1}{2\,c\,\varrho}\cdot\frac{\nu\,e^{-\mu z}}{(\nu+\mu)^2+\mu^2}\Big[\big[(\nu+\mu)\cos\mu z - \mu\sin\mu z\big]\,U + \big[\mu\cos\mu z - (\nu+\mu)\sin\mu z\big]\,V\Big] - \frac{\psi_1}{2\,c\,\varrho}\,U \\ v &= \frac{\psi_1}{2\,c\,\varrho}\cdot\frac{\nu\,e^{-\mu z}}{(\nu+\mu)^2+\mu^2}\Big[\big[(\nu+\mu)\cos\mu z - \mu\sin\mu z\big]\,V - \big[\mu\cos\mu z + (\nu+\mu)\sin\mu z\big]\,U\Big] - \frac{\psi_1}{2\,c\,\varrho}\,V \end{aligned}\right\} \quad (17\,b)$$

Der Ausdruck für die Geschwindigkeit besteht, wie man sieht, aus einem konstanten und einem mit der Tiefe veränderlichen Teil. Dieser letzte Teil nimmt indessen rasch nach unten ab. Für $\mu z = 2\pi$ ist

$$e^{-\mu z} < 0.002;$$

dem entspricht, wenn der Reibungskoeffizient des Wassers

$$\zeta = 0.014 \text{ (C. G. S.)}$$

gesetzt wird, eine Tiefe $l = \frac{87}{\sqrt{\sin\lambda}}$ cm.

Da $\mu = \sqrt{\frac{\omega\,\varrho\sin\lambda}{\zeta}}$, so sieht man, daß selbst, wenn man ζ hundertmal größer annimmt, doch schon in einer Tiefe, $l = \frac{8.7}{\sin\lambda}$ m., $e^{-\mu l} < 0.002$ wird.

Der variable Teil der Geschwindigkeit muß außerdem immer kleiner sein, als der konstante Teil. Wie früher erwähnt, müssen wir nämlich annehmen, daß der Reibungskoeffizient $\varkappa'$ zwischen Luft und Wasser im vorliegenden Fall, wo die Oberfläche des Wassers als eben und glatt zu betrachten ist, besonders klein ist, so daß $\nu = \frac{\varkappa'}{\zeta}$ klein sein muß.

Der Wert des variablen Teiles hängt indessen zunächst von dem Quotienten $\frac{\nu}{\mu}$ ab. Wegen des kleinen Wertes der Rotationsgeschwindigkeit der Erde, $\omega = 0.73 \cdot 10^{-4}$, wird μ eine kleine Größe sein. Dessenungeachtet muß man

aber doch immer annehmen, daß $\frac{\nu}{\mu}$ ein echter Bruch ist. Nimmt man also $\varkappa' = 0.01 \cdot \zeta$ an, so wird mit dem oben gegebenen Wert für ζ

$$\frac{\nu}{\mu} = \frac{0.13}{\sqrt{\sin\lambda}}.$$

Welchen Wert der Quotient auch hat, so sieht man, daß das Wasser unterhalb einer verhältnismäßig kleinen Tiefe mit einer konstanten Geschwindigkeit in einer Richtung, die gerade entgegengesetzt derjenigen des Windes ist, strömen wird. Für alle Werte von z, die größer sind als ein verhältnismäßig kleiner Wert, werden nämlich die Ausdrücke für die Komponenten der Geschwindigkeit sich reduzieren zu respektive

$$u = -\frac{\psi_1}{2c\varrho}U \text{ und } v = -\frac{\psi_1}{2c\varrho}U.$$

Für kleine Tiefen wird dagegen die Richtung und Größe der Geschwindigkeit etwas von der Tiefe abhängen. An der Oberfläche findet man also aus der Gleichung (17b)

$$\left.\begin{aligned} u_0 &= -\frac{\psi_1}{2c\varrho}\frac{\mu}{(\nu+\mu)^2+\mu^2}\Big[(\nu+2\mu)U - \nu U\Big] \\ v_0 &= -\frac{\psi_1}{2c\varrho}\frac{\mu}{(\nu+\mu)^2+\mu^2}\Big[(\nu+2\mu)V + \nu U\Big] \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (17c)$$

Das Wasser strömt mithin auch an der Oberfläche gegen den Wind; da aber ν verschieden von Null ist, so wird die Bewegungsrichtung nicht gerade entgegengesetzt derjenigen des Windes. Für den Winkel (ε) zwischen diesen beiden Richtungen findet man

$$\operatorname{tg}\varepsilon = -\frac{\nu}{\nu+2\mu} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

Dieser Bruch liegt zwischen -0 und -1, welchen letzten Wert er erhalten würde, wenn ν als unendlich groß im Verhältnis zu μ betrachtet werden kann; wie wir gesehen haben, kann doch dieses nicht stattfinden. Für $\operatorname{tg}\varepsilon = -1$ ist $\varepsilon = \frac{3}{4}\pi$; ε muß deshalb zwischen π und $\frac{3}{4}\pi$ liegen. Je größer die Reibung zwischen der Luft und dem Wasser ist, desto mehr wird die Strömungsrichtung des Wassers an der Oberfläche von der entgegengesetzten der Windrichtung abweichen. Da die Reibung sehr klein ist, muß der besprochene Winkel immer näher π als $\frac{3}{4}\pi$ liegen. Selbst wenn man $\nu = \frac{1}{2}\mu$ setzt, so wird doch

$$\varepsilon = \text{etwa } 170^\circ.$$

Aus der oben stehenden Entwicklung sieht man, daß, wenn ein Luftstrom von konstanter Breite über das Meer hinweht, so muß auch das Wasser auf beiden Seiten der Luftströmung sich in Bewegung setzen und in einer Richtung fortströmen, die ein wenig unterhalb der Oberfläche des Wassers derjenigen der Luftströmung gerade entgegengesetzt werden wird. In den oberen Wasserschichten wird der Winkel zwischen den erwähnten Richtungen etwas von 180° abweichen; selbst an der Oberfläche wird aber die Abweichung von 180° gering sein. Die Geschwindigkeit in den oberen Schichten wird etwas mit der Tiefe variieren; unterhalb einer gewissen, kleinen Tiefe wird aber das Wasser mit derselben Geschwindigkeit in allen Schichten fortströmen. Der von dem Winde direkt beeinflußte Teil des Meeres wird also im großen und ganzen zwischen zwei Wasserströmungen eingeschlossen werden, welche von der Oberfläche nach unten sich erstrecken und die einander ungefähr parallel, dem Winde entgegengesetzt, laufen. Hieraus wird man schon einsehen können, daß die vom Winde direkt beeinflußte Wassermasse nach dem Verlauf genügender Zeit im großen und ganzen in der Richtung des Windes fortströmen müssen wird ohne eine merkbare Ablenkung zu erleiden. Man kann außerdem bemerken, daß diese Strömungen wegen der Rotation der Erde eine Druckwirkung auf das umgebende Wasser ausüben müssen, welche die Niveauänderungen an der Oberfläche des Meeres, die bei der Wirkung des Windes auftreten müssen, zu erhalten suchen

wird. Indessen muß der Druckgradient ψ_1, nachdem er durch sein Maximum hindurchgegangen ist, wie schon erwähnt, allmählich kleiner und kleiner werden; er wird ausgeglichen werden, indem ein immer größerer Teil des Wassers von der Bewegung ergriffen wird. Die Geschwindigkeit des Wassers muß deshalb wiederum abnehmen, und zuletzt muß das Wasser zur Ruhe kommen, wenn der Druckgradient in dem vom Winde beeinflußten Teil des Meeres seinen schließlichen Wert erreicht hat.

Wir werden nun den Teil des Meeres betrachten, der direkt der Wirkung des Windes ausgesetzt ist. Wie früher werden wir uns zuerst die Tiefe des Meeres als unbegrenzt betrachten. Die Bewegung des Wassers wird durch dieselbe Differentialgleichung bestimmt werden wie im vorigen Fall; der Druckgradient wird nur in entgegengesetzter Richtung, von rechts nach links, wirken und einen anderen Wert haben, indem er von Null an bis zu einem Maximum stetig wachsen wird. Die Differentialgleichung wird daher folgende Form annehmen

$$\frac{ds}{dt} = h^2 \frac{d^2 s}{dz^2} - 2csi + m\psi_2(t)i \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (19)$$

Wie früher setzen wir

$$s = r(t) + e^{-2cti} f(z,t)$$

und

$$\varphi(z,t) = \frac{df}{dz};$$

hieraus folgt

$$\frac{d\varphi}{dt} = h^2 \frac{d^2\varphi}{dz^2}.$$

Nach dem Vorhergehenden sind die Lösungen dieser Gleichungen

$$r(t) = i m e^{-2cti} \int_0^t \psi_2(\tau) e^{2c\tau i} d\tau$$

und

$$s = r(t) - \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-2cti} \int_0^t \varphi(o,\alpha) e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}} \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \quad \ldots \ldots \quad (19b)$$

wo s folgende Bedingungen befriedigen muß

$$t = 0, \qquad s = 0$$

für

$$z = 0, \qquad \zeta \frac{ds}{dz} = -\varkappa(S - s_0).$$

Aus der letzten Gleichung folgt für φ die Bedingung

$$e^{-2cti} \varphi(o,t) = -n \left[S - r(t) + \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-2cti} \int_0^t \varphi(o,\alpha) \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \right].$$

Führt man den Wert für r ein und multipliziert man mit e^{2cti}, so erhält man

$$\varphi(o,t) = -nSe^{2cti} + imn \int_0^t \psi_2(\tau) e^{2c\tau i} d\tau - \frac{nh}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \varphi(o,\alpha) \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \quad \ldots \quad (20)$$

Hieraus kann man auf ähnliche Weise, wie früher, herleiten, daß φ folgende Differentialgleichung befriedigen muß

$$\frac{d\varphi}{dt} - n^2h^2\varphi = -\frac{nh\varphi(o)}{\sqrt{\pi}\sqrt{t}} - 2cnSi \left[e^{2cti} - \frac{nh}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{2c\tau i} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \right] +$$
$$+ imn \left[\psi_2(t) e^{2cti} - \frac{nh}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \psi_2(\tau) e^{2c\tau i} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \right].$$

Digitized by Google

Als Lösung dieser Gleichung, welche gleichzeitig die Gleichung (20) befriedigt, findet man

$$\varphi(o,t) = \frac{n^2 h^2}{2ci - n^2 h^2}\, n S \left[e^{n^2 h^2 t} - \frac{n h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{n^2 h^2 \tau} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \right] -$$

$$- \frac{2ci}{2ci - n^2 h^2}\, n S \left[e^{2cti} - \frac{n h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{2c\tau i} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \right] + \tag{21}$$

$$+ i m n \left[e^{n^2 h^2 t} \int_0^t \psi_2(\tau)\, e^{(2ci - n^2 h^2)\tau} d\tau - \frac{n h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{n^2 h^2 \tau} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \int_0^\tau \psi_2(\alpha)\, e^{(2ci - n^2 h^2)\alpha} d\alpha \right]$$

Für den von Ekman betrachteten Fall wird das Integral auf

$$\varphi(o,t) = -n S e^{2cti}$$

eingeschränkt.

Für die Funktion ψ_2 gilt etwas Ähnliches wie für die Funktion ψ; sie hängt von der geographischen Breite ab und wird gleich Null, wenn die Breite Null wird; außerdem ist $\psi_2(o) = 0$, und sie nähert sich mit wachsender Zeit einem konstanten Wert. Ebenso wenig wie im vorigen Fall kann man daher direkt herleiten, wie die Größe und Richtung der Geschwindigkeit des Wassers sich mit der Zeit und der Tiefe ändern wird. Der stationäre Zustand, dem die Bewegung sich nach genügend langer Zeit nähert, darf indessen nicht von der Art und Weise abhängen, wie $\psi_2(t)$ sich seinem schließlichen Wert nähert. Wir müssen daher denselben Wert für den stationären Zustand finden, wenn wir gleich von Anfang an $\psi_2(t)$ konstant $= \psi_2(\infty)$ setzen.

Wird in Gleichung (21) $\psi_2 = \psi_2(\infty)$ gesetzt, so läßt sich der Ausdruck für $\varphi(o,t)$ etwas reduzieren; man findet

$$\varphi(o,t) = \frac{n^2 h^2 n S - i m n \psi_2(\infty)}{2ci - n^2 h^2} \left[e^{n^2 h^2 t} - \frac{n h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{n^2 h^2 \tau} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \right] -$$

$$- \frac{2ci n S - i m n \psi_2(\infty)}{2ci - n^2 h^2} \left[e^{2cti} - \frac{n h}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{2c\tau i} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}} \right].$$

Außerdem wird

$$r(t) = \frac{m}{2c} \psi_2(\infty) \left[1 - e^{2cti} \right].$$

Führt man dieses in die Gleichung (19b) ein, erhält man für s

$$s = \frac{m}{2c} \psi_2(\infty) \left[1 - e^{-2cti} \right] - \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-2cti} \int_0^t e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}} \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \Bigg\{$$

$$\Bigg\{ \frac{n^2 h^2 n S - i m n \psi_2(\infty)}{2ci - n^2 h^2} \left[e^{n^2 h^2 \alpha} - \frac{n h}{\sqrt{\pi}} \int_0^\alpha \frac{e^{n^2 h^2 \beta}}{\sqrt{\alpha - \beta}} d\beta \right] -$$

$$- \frac{2ci n S - i m n \psi_2(\infty)}{2ci - n^2 h^2} \left[e^{2c\alpha i} - \frac{n h}{\sqrt{\pi}} \int_0^\alpha \frac{e^{2c\beta i}}{\sqrt{\alpha - \beta}} d\beta \right] \Bigg\}$$

Es gilt hier zu finden, welchem Wert dieses Integral sich mit wachsender Zeit nähert. Die erste Hälfte des Integrals haben wir schon früher behandelt, Gleichung (12). Aus dem, was dort entwickelt ist, erhält man

$$\int_0^\infty e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}} \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \left[e^{n^2 h^2 \alpha} - \frac{n h}{\sqrt{\pi}} \int_0^\alpha e^{n^2 h^2 \beta} \frac{d\beta}{\sqrt{\alpha - \beta}} \right] = \frac{\sqrt{\pi}}{n h}.$$

Digitized by Google

Als Grenze für die zweite Hälfte findet man

$$\int_0^\infty e^{-\frac{z^2}{4h^2(t-\alpha)}} \frac{d\alpha}{\sqrt{t-\alpha}} \left[e^{2c\alpha i} - \frac{nh}{\sqrt{\pi}} \int_0^\alpha e^{2c\beta i} \frac{d\beta}{\sqrt{\alpha-\beta}} \right] = \frac{\sqrt{\pi}}{2ci} \left[nh + \left(\sqrt{2ci} - nh\right) e^{2cti} e^{-\frac{z}{h}\sqrt{2ci}} \right]$$

Wird dies alles in die Gleichung für s eingeführt, so bekommt man

$$s = \frac{m}{2c}\psi_2(\infty) - \left[\frac{m}{2c}\psi_2(\infty) + \frac{n^2h^2S - im\psi_2(\infty)}{2ci - n^2h^2} \right] e^{-2cti} + \\ + \frac{n^2h^2}{2c} \cdot \frac{2cS - m\psi_2(\infty)}{2ci - n^2h^2} \left[e^{-2cti} + \frac{\sqrt{2ci} - nh}{nh} e^{-\frac{z}{h}\sqrt{2ci}} \right].$$

Setzt man hier für m seinen Wert $\frac{S}{\varrho}$, erhält man

$$s = \psi_2(\infty)\frac{S}{2c\varrho} - \frac{n^2h^2S}{2c\varrho} \cdot \frac{2c\varrho - \psi_2(\infty)}{2ci - n^2h^2} e^{-2cti} + \\ + \frac{n^2h^2S}{2c\varrho} \cdot \frac{2c\varrho - \psi_2(\infty)}{2ci - n^2h^2} \left[e^{-2cti} + \frac{\sqrt{2ci} - nh}{nh} e^{-\frac{z}{h}\sqrt{2ci}} \right]$$

oder

$$s = \frac{\psi_2(\infty)}{2c\varrho} S + \frac{nhS}{2c\varrho} \cdot \frac{2c\varrho - \psi_2(\infty)}{\sqrt{2ci} + nh} e^{-\frac{z}{h}\sqrt{2ci}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (22)$$

Dieser Ausdruck entspricht also dem stationären Zustand; daß dies der Fall ist, kann man auch direkt aus der Gleichung (19) herleiten, wenn man in derselben $\frac{ds}{dt} = 0$ und ψ_2 (t) konstant $= \psi_2'$ (∞) setzt.

Die gefundene Lösung wird, wie man sieht, gebildet von einer Summe aus einem konstanten Teil und einem Teil, der mit der Tiefe variiert. Tritt bei der Bewegung keine Niveauänderung an der Oberfläche auf, d. h. ist ψ_2 (∞) $= 0$, so wird der konstante Teil gleich Null, und die Bewegung wird sich in ähnlicher Weise verhalten, wie Ekman es näher untersucht hat. Eine solche Lösung können wir indessen, wie früher erwähnt, im vorliegenden Falle, wo wir eine Luftströmung von begrenzter Breite betrachten, nicht gutheißen. Strömt das Wasser nicht dem Winde parallel, wird es aber nach rechts (auf der nördlichen Hemisphäre) abgelenkt, so ist es nämlich klar, daß Wasser stetig von der linken nach der rechten Seite der Luftströmung übergeführt werden muß. Soll nicht auf dieser Seite eine immer wachsende Stauung auftreten, so muß indessen das Wasser von der Grenze weiter fortströmen. Die von der Erdrotation bedingte ablenkende Kraft muß nun, wie wir schon gesehen haben, dieses Wasser nach rechts ablenken und es gegen den Teil des Meeres treiben, der direkt von dem Wind beeinflußt wird, wodurch es einen Druck auf diesen Teil üben müssen wird. Daraus folgt eben, daß das Wasser auf der rechten Seite der Luftströmung etwas gestaut wird. Auf der linken Seite wird man auf ähnliche Weise finden, daß das Wasser, das hier gegen die Luftströmung einströmt, um das Wasser, welches von dem Wind weggeführt wird, zu ersetzen, durch diese Ablenkung nach rechts einen Druck nach außen üben müssen wird. Dies wird natürlich hindernd auf das Zuströmen des Wassers wirken, wodurch die Entstehung einer Depression auf der linken Seite befördert wird. Diese Stauung auf der rechten Seite und entsprechende Depression auf der linken Seite werden nach und nach zunehmen, bis der Druckgradient, welcher von diesem Niveauunterschied bedingt wird, hinreichend groß geworden ist, um zu verhindern, daß das Wasser in einer anderen Richtung als derjenigen des Windes strömt.

Die Lösung, welche wir oben hergeleitet haben, ist in völliger Übereinstimmung mit dieser Betrachtung. Je nachdem der Druckgradient ψ_2 (∞) zunimmt, vergrößert sich der konstante Teil der Geschwindigkeit, während der mit der Tiefe sich ändernde Teil verkleinert wird, und für ψ_2 (∞) $= 2c\varrho$ wird dieser letzte Teil gleich Null, so daß man erhält

$$s = u + vi = S = U + Vi$$

das heißt

$$u = U \text{ und } v = V.$$

Das Wasser soll also schließlich in allen Schichten mit derselben Geschwindigkeit wie die des Windes und in derselben Richtung wie dieser strömen. Wie früher erwähnt, ist da vorausgesetzt, daß der Friktionskoeffizient $\varkappa$ zwischen Luft und Wasser konstant ist, unabhängig von ihrem Geschwindigkeitsunterschied. Wir erhalten folglich denselben stationären Zustand, welchen wir in der Voraussetzung, daß keine ablenkende Kraft auf das Wasser wirkt, bekamen. Dies wird den Verhältnissen an dem Äquator entsprechen. Wir sehen also, daß der Äquator keinen Ausnahmefall bilden wird, was als Bekräftigung der vorhergehenden Entwicklung betrachtet werden kann.

Der stationäre Zustand hängt, wie man sieht, nicht von der Größe der inneren Friktion ab, und es sind nicht nur die oberen Schichten, welche in Bewegung gesetzt werden, sondern die ganze Wassermasse unten wird auch in Strömung gebracht werden. Außerhalb des Äquators geschieht diese Übertragung der Bewegung in die tieferen Schichten nicht direkt durch diese Friktion. Die Übertragung wird hauptsächlich bedingt durch den Niveauunterschied, welcher zwischen beiden Seiten der Meeresströmung auftritt und wodurch das Wasser der Wirkung eines Druckgradienten senkrecht auf die Windrichtung ausgesetzt wird; dies wird bewirken, daß das beeinflußte Wasser im ganzen sich in Bewegung setzen wird, deren Geschwindigkeit sich vermehrt, je nachdem der Druckgradient zunimmt. Je größer die innere Friktion ist, desto kürzere Zeit wird es verlangen, damit dieser Druckgradient an der Oberfläche sich ausbilden wird, und desto rascher wird man sich dem stationären Zustand nähern. Als Wert dieses Druckgradienten für eine Luftgeschwindigkeit gleich eins haben wir gefunden $\psi_2(\infty) = 2\,c\varrho = 2\,\omega\,\varrho \sin\gamma$. Da das Wasser unter der genannten Voraussetzung schließlich mit derselben Geschwindigkeit wie der Wind strömen wird, d. h. wie wir gesehen haben, mit derselben Geschwindigkeit wie die Luft der Meeresfläche am nächsten, so wird der schließliche Druckgradient so groß, daß er gleich und entgegengesetzt der horizontalen Komponente der durch die Rotation der Erde hervorgebrachten ablenkenden Kraft ist; die Oberfläche des Wassers wird dann senkrecht auf der Resultante der Schwerkraft und der erwähnten Kraft stehen. Gleichzeitig muß auch, wenn das umgebende Wasser zur Ruhe gekommen ist, die Oberfläche auf beiden Seiten der Strömung einen Höhenunterschied zeigen, welcher dem in der Strömung auftretenden Druckgradient entsprechen wird.

Wir haben in dem Vorhergehenden angenommen, daß die Tiefe des Meeres unbegrenzt ist; wie man es aus dem Folgenden ersehen wird, läßt sich indessen die Lösung, wozu wir hier gelangt sind, im großen und ganzen auch auf den Fall anwenden, daß die Tiefe endlich ist, wenn man nur von den Schichten des Wassers, welche dem Boden am nächsten sind, absieht.

Nimmt man an, daß der Druckgradient gleich Null ist, so können wir, wie oben erwähnt, die Geschwindigkeit des Wassers aus der Gleichung (22) herleiten, indem wir $\psi_2(\infty) = 0$ setzen; man erhält

$$s = \frac{n\,h\,S}{\sqrt{2\,c\,i} + n\,h}\, e^{-\frac{z}{h}\sqrt{2\,c\,i}}.$$

Die Bewegung des Wassers wird dann im großen und ganzen auf ähnliche Weise vor sich gehen, wie es von Ekman angegeben ist. Der Winkel ε zwischen der Stromrichtung in der Oberfläche und der Windrichtung wird jedoch nicht konstant gleich 45° außerhalb des Äquators; man findet nämlich

$$\operatorname{tg}\varepsilon = \frac{\sqrt{\zeta\,\varrho\,\omega \sin\lambda}}{\varkappa + \sqrt{\zeta\,\varrho\,\omega \sin\lambda}},$$

das heißt, der Winkel ε nimmt kontinuierlich mit der geographischen Breite ab und wird Null an dem Äquator; eine sprunghafte Änderung findet nicht statt. Der Winkel ε muß außerdem wahrscheinlich viel kleiner sein als 45° selbst an dem Pol, wo $\sin\lambda = 1$. Die Rotationsgeschwindigkeit der Erde ist nämlich sehr klein, so daß der Zähler $\sqrt{\zeta\,\varrho\,\omega \sin\lambda} = 0.001\,\sqrt{\sin\lambda}$. $\varkappa$ kann man nun wohl nicht viel kleiner als ζ annehmen; setzt man daher $\varkappa = \sqrt{\zeta\,\varrho\,\omega}$, so wird der Wert des Bruches vermutlich nicht zu klein; man erhält dann

$$\operatorname{tg}\varepsilon = \tfrac{1}{2} \text{ oder } \varepsilon = \text{etwa } 27^\circ \text{ für } \lambda = 90^\circ.$$

Digitized by Google

Wir werden jetzt den Fall etwas näher betrachten, daß die Tiefe endlich und konstant ist; hierdurch wird eine neue Bedingung, welche das Wasser befriedigen muß, eingeführt.

Da der Boden immer mehr oder weniger rauh sein wird, so können wir dieser Bedingung die Form geben, daß die Geschwindigkeit am Boden gleich Null sein soll. Wird die Tiefe des Meeres gleich l gesetzt, so muß die Bewegung also folgende Bedingungen befriedigen für

$$t = 0, \qquad s = 0$$
$$z = 0, \qquad \zeta \frac{ds}{dz} = -\varkappa (S - s_0)$$
$$z = l, \qquad s = 0$$

In diesem Fall müssen wir uns begnügen, den stationären Zustand, welcher die Differentialgleichung

$$0 = h^2 \frac{d^2 s}{dz^2} - 2 c s i + i m \psi_2(\infty) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (23)$$

befriedigen muß, zu betrachten. Wie wir sehen werden, wird das Resultat, wozu wir kommen werden, im großen und ganzen dem, was wir früher gefunden haben, entsprechen.

Das allgemeine Integral obenstehender Gleichung ist

$$s = \frac{m}{2c} \psi_2(\infty) + A e^{-\frac{z}{h}\sqrt{2ci}} + B e^{\frac{z}{h}\sqrt{2ci}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (23b)$$

Die Konstanten A und B werden durch die folgenden Bedingungen bestimmt, für

$$z = 0, \quad \frac{ds}{dz} = -A \frac{\sqrt{2ci}}{h} + B \frac{\sqrt{2ci}}{h} = -n \left[S - \frac{m}{2c} \psi_2 - A - B \right]$$

$$z = l, \quad s = \frac{m}{2c} \psi_2 + A e^{-\frac{l}{h}\sqrt{2ci}} + B e^{\frac{l}{h}\sqrt{2ci}} = 0.$$

Setzt man $\mu = \frac{\sqrt{c}}{h}$ und für m seinen Wert $\frac{S}{\varrho}$, so erhält man

$$A e^{-\mu l \sqrt{2i}} + B e^{\mu l \sqrt{2i}} = -\frac{\psi_2(\infty)}{2 c \varrho} S$$

$$A \left[n + \mu \sqrt{2i} \right] + B \left[n - \mu \sqrt{2i} \right] = \frac{2 c \varrho - \psi_2(\infty)}{2 c \varrho} n S .$$

Bezeichnet $\varDelta$ die Determinante

$$\varDelta = \begin{vmatrix} e^{-\mu l \sqrt{2i}} & e^{\mu l \sqrt{2i}} \\ n + \mu \sqrt{2i} & n - \mu \sqrt{2i} \end{vmatrix}$$

so ist

$$\left. \begin{aligned} A \cdot \varDelta &= -\frac{S}{2c\varrho} \left[\left[n - \mu \sqrt{2i} \right] \psi_2(\infty) + n \left[2 c \varrho - \psi_2(\infty) \right] e^{\mu l \sqrt{2i}} \right] \\ B \cdot \varDelta &= \frac{S}{2c\varrho} \left[\left[n + \mu \sqrt{2i} \right] \psi_2(\infty) + n \left[2 c \varrho - \psi_2(\infty) \right] e^{-\mu l \sqrt{2i}} \right] \end{aligned} \right\} \quad . \; . \; . \quad (24)$$

Um die Rechnung zu vereinfachen, werden wir sogleich den Druckgradienten $\psi_2(\infty) = 2 c \varrho$ setzen.

Die Gleichungen (24) werden da reduziert zu

$$A \cdot \varDelta = -S \left[n - \mu - \mu i \right]$$
$$B \cdot \varDelta = S \left[n + \mu + \mu i \right] .$$

Entwickelt man die Determinante $\varDelta$, so kann man setzen

$$\varDelta = d - f i ,$$

wo d und f reelle Größen sind.

Multipliziert man die obenstehende Gleichungen (24) mit $\varDelta_1 = d + f i$, so wird der Nenner für A und B reell; man findet

$$\varDelta \cdot \varDelta_1 = \left[(n + \mu)^2 + \mu^2 \right] e^{2 \mu l} - 2 \left[(n^2 - 2 \mu^2) \cos \mu l - 2 n \mu \sin \mu l \right] + \left[(n - \mu)^2 + \mu^2 \right] e^{-2 \mu l} .$$

Man kann nun setzen

$$\left. \begin{aligned} A \varDelta \varDelta_1 &= -S \left[\alpha + \alpha_1 i \right] \\ B \varDelta \varDelta_1 &= S \left[\beta + \beta_1 i \right] \end{aligned} \right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (25)$$

wo man hat

$$\left.\begin{aligned}
\alpha &= \left[(2\mu^2 - n^2)\cos\mu l + 2n\mu\sin\mu l\right]e^{\mu l} + \left[(n-\mu)^2 + \mu^2\right]\cos\mu l\, e^{-\mu l}\\
\alpha_1 &= \left[2n\mu\cos\mu l - (2\mu^2 - n^2)\sin\mu l\right]e^{\mu l} + \left[(n-\mu)^2 + \mu^2\right]\sin\mu l\, e^{-\mu l}\\
\beta &= \left[(n+\mu)^2 + \mu^2\right]\cos\mu l\, e^{\mu l} + \left[(2\mu^2 - n^2)\cos\mu l - 2n\mu\sin\mu l\right]e^{-\mu l}\\
\beta_1 &= -\left[(n+\mu)^2 + \mu^2\right]\sin\mu l\, e^{\mu l} + \left[(2\mu^2 - n^2)\sin\mu l - 2n\mu\cos\mu l\right]e^{-\mu l}
\end{aligned}\right\} \quad (26)$$

Wie man sieht, ist der Zähler für A und B nur vom ersten Grade der Größen $e^{\mu l}$, während der Nenner $\Delta\Delta_1$ vom zweiten ist.

Setzt man für S seinen Wert U + Vi in die Gleichungen (25) ein, so kommt

$$A \cdot \Delta\Delta_1 = -\left[(U\alpha - V\alpha_1) + i(V\alpha + U\alpha_1)\right]$$
$$B \cdot \Delta\Delta_1 = -\left[(U\beta - V\beta_1) + i(V\beta + U\beta_1)\right].$$

Wird dies in die Gleichung (23b) eingeführt, so erhält man für die Geschwindigkeitskomponenten

$$\left.\begin{aligned}
u\,\Delta\Delta_1 &= U\Delta\Delta_1 - \left[(U\alpha - V\alpha_1)\cos\mu z + (V\alpha + U\alpha_1)\sin\mu z\right]e^{-\mu z} -\\
&\quad - \left[(U\beta - V\beta_1)\cos\mu z - (V\beta + U\beta_1)\sin\mu z\right]e^{\mu z}\\
v\,\Delta\Delta_1 &= V\Delta\Delta_1 + \left[(U\alpha - V\alpha_1)\sin\mu z - (V\alpha + U\alpha_1)\cos\mu z\right]e^{-\mu z} -\\
&\quad - \left[(U\beta - V\beta_1)\sin\mu z + (V\beta + U\beta_1)\cos\mu z\right]e^{\mu z}.
\end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (27)$$

Wir werden hier zuerst untersuchen, wie es sich mit der Richtung, worin das Wasser strömt, verhält. Nennt man den Winkel zwischen der Richtung der Strömung und derjenigen des Windes ε, und wird ε positiv gerechnet, wenn das Wasser rechts von der Windrichtung strömt, so wird

$$\operatorname{tg}\varepsilon = \frac{Vu - Uv}{Uu + Vv},$$

oder

$$\operatorname{tg}\varepsilon = -\frac{[\beta_1\cos\mu z + \beta\sin\mu z]\,e^{\mu z} + [\alpha_1\cos\mu z - \alpha\sin\mu z]\,e^{-\mu z}}{\Delta\Delta_1 - [\beta\cos\mu z - \beta_1\sin\mu z]\,e^{\mu z} - [\alpha\cos\mu z + \alpha_1\sin\mu z]\,e^{-\mu z}} \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

Wie man sieht, hängt der Winkel ε nicht von der Stärke des Windes ab. Die Ablenkung in den verschiedenen Tiefen, falls eine solche stattfinden sollte, wird dieselbe, welchen Wert die Geschwindigkeit des Windes auch hat.

An der Oberfläche z = 0, wird

$$\operatorname{tg}\varepsilon_0 = -\frac{\beta_1 + \alpha_1}{\Delta\Delta_1 - (\beta + \alpha)} = \frac{2\mu\left[n\cos\mu l - (n + 2\mu)\sin\mu l\right]e^{\mu l}}{\left[(n+\mu)^2 + \mu^2\right]e^{2\mu l} - 2\mu\left[(n + 2\mu)\cos\mu l + n\sin\mu l\right]e^{\mu l}}$$

wenn man nur die höchsten Potenzen von $e^{\mu l}$ beibehält.

Dividiert man hier Zähler und Nenner mit $[(n + \mu)^2 + \mu^2]\,e^{2\mu l}$ und berücksichtigt man, daß der Zahlenwert der Verhältnisse $\frac{2n\mu}{(n+\mu)^2 + \mu^2}$ und $\frac{2\mu\,(n + 2\mu)}{(n+\mu)^2 + \mu^2}$, welchen Wert μ und n auch haben, höchstens etwas größer als eins werden kann, so sieht man, daß tg ε_0 nur wenig von Null abweichen wird, selbst wenn das Meer sehr seicht ist. Ist z. B. $\mu l = 2\pi$, so wird $e^{-\mu l} < 0.002$; dem entspricht, wie wir früher gesehen haben, eine Tiefe l = etwa $\frac{87}{\sqrt{\sin\lambda}}$ cm, wenn der Reibungskoeffizient ζ des Wassers = 0.014 (C. G. S.) gesetzt wird.

Ist die Tiefe des Meeres größer, so findet man, daß tg ε in allen Tiefen bis an eine Höhe vom Boden, die der eben berechneten entspricht, verschwindend klein ist. Berücksichtigt man nur die höchsten Glieder, so erhält man nämlich

$$\operatorname{tg}\varepsilon = -\frac{e^{-\mu(l-z)}\sin\mu(l-z)}{1 - e^{-\mu(l-z)}\cos\mu(l-z)}$$

Das Wasser wird also in allen Tiefen, das am Boden nächste, wo die Geschwindigkeit rasch gegen Null abnimmt, ausgenommen, in der Richtung des Windes strömen.

Digitized by Google

Was die Geschwindigkeit anbetrifft, so sieht man aus der Gleichung (27), daß das Wasser, nahe am Boden ausgenommen, schließlich mit einer Geschwindigkeit, die sehr wenig von derjenigen des Windes abweicht, strömen wird. $\Delta \Delta_1$ enthält nämlich ein Glied mit dem Faktor $e^{2\mu l}$, während die Größen $\alpha \alpha_1$ $\beta \beta_1$ nur Glieder mit $e^{\mu l}$ enthalten; werden daher die in der Paranthese stehenden Glieder mit $\Delta \Delta_1$ dividiert, so werden die Quotienten sehr klein, wenn man die Teile des Wassers, das dem Boden am nächsten liegt, ausnimmt.

Das Wasser auf beiden Seiten der Strömung wird auch in diesem Falle in Bewegung kommen und im großen und ganzen dem Winde entgegengesetzt strömen. Die vom Winde beeinflußte Meeresstrecke wird also von zwei, dem Winde entgegengesetzt strömenden Wassermassen eingeschlossen sein; wegen der ablenkenden Kraftwirkung, welche durch die Rotation der Erde bedingt wird, werden die Strömungen eine Druckwirkung auf das umgebende Wasser ausüben, wodurch sie dazu beitragen werden den Druckgradienten in der vom Winde beeinflußten Strecke zu entwickeln. Je nachdem dieser Druckgradient ausgebildet wird, wird auch die Bewegung außerhalb des Luftstroms schwächer und schwächer, indem sie sich über einen immer größeren Raum ausdehnt, um zuletzt zu verschwinden. Wir werden indessen die Gleichungen für diese Bewegungen nicht näher betrachten.

Von der vorhergehenden Entwicklung nehme ich an, daß man folgendes schließen kann: wenn auf der Erde eine Wasserfläche, die man als unbegrenzt betrachten kann, dem Einfluß eines Luftstroms von begrenzter Breite ausgesetzt wird, so muß in dem von dem Wind beeinflußten Streifen ein Druckgradient auftreten, der senkrecht auf der Windrichtung steht. Dieser Druckgradient hängt bei gleicher Windgeschwindigkeit von der geographischen Breite ab; je näher man dem Äquator kommt, desto kleiner wird er. Die Übertragung der Bewegung von der Oberfläche nach unten wird daher, die Äquatorialgegend ausgenommen, nicht allein von der inneren Reibung des Wassers bedingt; sobald nämlich dieser Druckgradient einen merkbaren Wert bekommen hat, wird die ganze Wassermasse unten sich in Bewegung setzen und wegen der durch die Erdrotation hervorgebrachten ablenkenden Kraftwirkung senkrecht auf den Druckgradienten, der Windrichtung parallel, strömen. Im großen und ganzen wird die Bewegung des Wassers die gleiche, wo auf der Erde der Wind auch wehen mag. Das Wasser wird überall schließlich in der Richtung des Windes fortströmen, und es werden nicht nur die oberen Schichten sich in Bewegung setzen, sondern die Bewegung wird sich über die ganze Wassermasse nach unten bis an den Boden erstrecken. Wir haben indessen dabei vorausgesetzt, daß der Reibungskoeffizient zwischen Luft und Wasser sich konstant erhält, obgleich der Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten der Luft und des Wassers sich stetig verkleinert. Wie früher erwähnt, ist dies wahrscheinlich nicht ganz richtig; der Reibungskoeffizient wird wahrscheinlich abnehmen, wenn dieser Unterschied sich vermindert; hieraus wird folgen, daß die schließliche Geschwindigkeit des Wassers etwas kleiner wird. Außerdem muß man erinnern, daß hier die Geschwindigkeit der Luft nahe an der Oberfläche des Wassers gilt, eine Geschwindigkeit, welche viel kleiner als die eigentliche Geschwindigkeit des Windes höher hinauf ist.

Das Wasser auf beiden Seiten der vom Wind beeinflußten Strecke wird auch, wie wir gesehen haben, in Bewegung kommen und im großen und ganzen entgegen dem Wind strömen. Diese Bewegung, welche schwächer wird, je näher man dem Äquator kommt, wird dadurch bedingt, daß das Wasser, nachdem der Wind zu wehen begonnen hat, durch die Erdrotation schräg von der einen Seite des Luftstroms nach der anderen getrieben wird. Da das Wasser außerhalb der Luftströmung von keiner treibenden Kraft beeinflußt wird, so ist es klar, daß hier ein Druckgradient auftreten wird, der senkrecht auf die Windrichtung stehen muß, damit das Wasser sich in Bewegung setzen müssen werde; durch die Erdrotation wird das Wasser abgelenkt, so daß es, wie wir gefunden haben, gegen den Wind strömen wird. Diese Bewegung wird doch allmählich verschwinden; je nachdem die Bewegung sich weiter ausbreitet, wird nämlich der Druckgradient kleiner und kleiner und nähert sich zuletzt Null. Wenn der Zustand stationär

geworden ist, muß folglich die Oberfläche des Meeres in den Streifen, wo der Wind weht, senkrecht stehen auf der Resultante der Schwerkraft und der durch die Erdrotation hervorgebrachten ablenkenden Kraft, während die Oberfläche auf beiden Seiten horizontal mit einem Niveauunterschied, der dem in der Strömung auftretenden Druckgradienten entspricht, sein wird.

Auf der Erde, wo das Meer von ausgedehnten Landmassen begrenzt ist, wird der stationäre Zustand wahrscheinlich rascher eintreten, als wenn das Meer unbegrenzt wäre. Die beeinflußten Wasserflächen werden nämlich immer auf der einen Seite entweder Landmassen oder beschränkte Meeresgebiete haben; hierdurch wird der notwendige Niveauunterschied sich viel leichter ausbilden, indem es für das Wasser schwerer wird, auszuweichen.

Die dritte der Bewegungsgleichungen (1)

$$\frac{1}{\varrho}\frac{dp}{dz} = g + 2\,\omega\,[u\cos\beta - v\cos\alpha]$$

haben wir in dem Vorhergehenden benutzt, um nachzuweisen, daß ein vielleicht auftretender Druckgradient nur von der Zeit abhängen kann. Zum Schluß werden wir untersuchen, welche Bedeutung sie übrigens haben kann. Die Gleichung kann man auf folgende Weise $dp = g\varrho\left[1 + \frac{2\omega u}{g}\cos\beta\right]dz$ schreiben, wenn die X-Achse in die Richtung der Strömung gelegt wird. Ist das Wasser in Ruhe, wird die Gleichung reduziert zu

$$dp = g\varrho\, dz.$$

Die Bewegung des Wassers wird also dieselbe Wirkung haben, als wenn die Dichte von ϱ bis zu $\varrho\left(1 + \frac{2\omega u}{g}\cos\beta\right)$ verändert wäre. Strömt das Wasser den Meridian entlang, so ist die Wirkung Null; am größten wird sie, wenn es sich längs einem Parallelkreis bewegt. Die scheinbare Dichtigkeitsänderung ist dann $\varDelta\varrho = \pm\varrho\frac{2\omega u}{g}\cos\lambda = \pm 1.48\; 10^{-7}\, u\varrho\cos\lambda$; positiv, wenn das Wasser von Ost nach West strömt; negativ, wenn es in entgegengesetzter Richtung geht. Die Wirkung ist, wie man sieht, am größten an dem Äquator, wo $\cos\lambda = 1$; sie ist Null an den Polen. Der Wert dieser scheinbaren Dichtigkeitsänderung ist aber auf jeden Fall sehr klein; an dem Äquator wird sie z. B. für eine Geschwindigkeit 1 m pro Sekunde höchstens

$$\varDelta\varrho = \pm 1.48\; 10^{-5}\,\varrho.$$

Die Resultate, wozu wir oben gekommen sind, werden daher im großen und ganzen nicht beeinflußt durch diese scheinbaren Dichtigkeitsänderungen. Um die Frage völlig lösen zu können, mußte man natürlich auch die vertikale Bewegung, welche wir außer Betracht gesetzt haben, berücksichtigen.

Rücksichtlich dieser vertikalen Bewegung sei doch folgendes bemerkt. Sie wird wahrscheinlich verursachen, daß die Bewegung sich allmählicher nach unten fortpflanzt, als wir es oben hergeleitet haben. Die Wassermasse, die, wie wir gesehen haben, auf der einen Seite der Luftströmung aufgestaut wird, sucht natürlich zum Teil hinab zu sinken. Wenn diese stattfinden soll, muß indessen das unten liegende Wasser zu beiden Seiten getrieben werden, und dann müssen die oberen Schichten, wo der Widerstand gegen die Bewegung am kleinsten sein wird, sich zuerst in Bewegung setzen; nach und nach werden aber tiefere und tiefere Schichten von der Bewegung getroffen. Auf ähnliche Weise wird die Depression auf der anderen Seite der Luftströmung ein Aufsteigen des Wassers, begleitet von einem Zuströmen unten von beiden Seiten, veranlassen. Es wird also eine ähnliche Bewegung in horizontaler Richtung hervorkommen, wie wir oberhalb betrachtet haben; diese Bewegung pflanzt sich aber allmählich nach unten fort. Dieses Niedersinken des Wassers auf der einen Seite und entsprechendes Aufsteigen auf der anderen Seite wird indessen einen mehr langsamen Zuwachs des Druckgradienten verursachen; der schließliche Endzustand wird jedoch derselbe sein, wie wir früher gefunden haben, indem die vertikale Bewegung aufgehört haben wird, wenn der stationäre Zustand erreicht ist.

Juli 1908.

Digitized by Google

Einige Bemerkungen über den Einfluß der Erdrotation auf die Meeresströmungen.

Wie Herr Prof. Schiötz in seiner obenstehenden Abhandlung bemerkt hat, bin ich nicht einig mit Dr. Ekman in bezug auf seine Theorie der Wirkung der Erdrotation auf die Meeresströme. Der Umstand, daß ich gefunden habe, daß diese Theorie von verschiedenen Verfassern ohne begleitende Kritik erwähnt worden ist, hat mir die Veranlassung zu den folgenden Bemerkungen gegeben:

In »Petermanns Mitteilungen«, 1905, S. 3, wiederholt Nansen Ekmans Theorie. In »Fysisk Tidskrift, udgivet af Selskabet for Naturlaerens Udbredelse i Kjöbenhavn«, 1907/08, Nr. 2, S. 38, findet man die Theorie benutzt von J. P. Jacobsen, und in »Geografisk Tidskrift, udgivet af Bestyrelsen for det Kgl. Danske Geografiske Selskab«, 19. Bd., 1907/08, S. 187/188, verweist Johan Gehrke auf Ekmans Theorie.

Die Schlüsse, welche Nansen aus Frams Trift relativ zum Winde gezogen hat und welche er durch Ekmans Theorie bestätigt gefunden hat, sind von Filip Åkerblom bestritten worden in seiner Abhandlung »Recherches océanographiques« in »Expédition de M. A. G. Nathorst en 1899, Upsala Universitets Årsskrift 1903; Mathematik och Naturvetenskap II«.

Von anderen Seiten als von Prof. Schiötz und Dr. Åkerblom habe ich keine Kritik über Ekmans Theorie gesehen. Da diese Theorie, seit sie im Jahre 1902 dargelegt und von Prof. Schiötz bekämpft wurde, ohne Kritik angewendet worden ist, und da ich von Anfang an den Einfluß der Erdrotation auf die Meeresströme in einer anderen Weise angesehen habe, welche mit Prof. Schiötz und Dr. Åkerblom übereinstimmt, habe ich es notwendig gefunden, die Sache zur weiteren Untersuchung aufzunehmen. Meine Anschauungen finden sich mitgeteilt im »Ergänzungsheft Nr. 79 zu Petermanns Mitteilungen: Die Strömungen des europäischen Nordmeeres«, S. 10, in »Den Norske Nordhavs-Expedition 1876/78, XVIII, Nordhavets Dybder, Temperatur og Strömninger«, S. 124, sowie in Boguslawski und Krümmels »Handbuch der Ozeanographie«, Bd. II, S. 366.

Wegen der mathematischen und physischen Seite der Frage wandte ich mich an meinen Kollegen, Professor der Physik O. E. Schiötz, der mit Einsicht und Interesse die Behandlung der Frage unternommen hat. Seine Abhandlung darüber hat die Sache allseitig erörtert, und ich will hier diese nur mit einigen ozeanographischen Bemerkungen begleiten.

In der Atmosphäre betrachten wir gewöhnlich den Wind als eine Wirkung der ungleichen Verteilung des Luftdrucks in einer Niveaufläche der Schwere. Seine Richtung und Geschwindigkeit ist abhängig von der Richtung und Größe des Gradienten (der Gradientkraft), der ablenkenden Kraft der Erdrotation, der Zentrifugalkraft, der Reibung, der Trägheitskraft und den Forderungen der Kontinuität. Sind der Gradient und die Breite konstant und die Reibung Null, wie annähernd in den oberen Luftlagen, so geht der Wind mit gleichförmiger Geschwindigkeit senkrecht auf der Richtung des Gradienten, parallel mit den Isobaren. Die Erdrotationskraft wirkt entgegengesetzt der Gradientkraft. Beide sind gleich groß und halten einander in Gleichgewicht. Ein Beispiel haben wir in der Trift der höheren Wolken.

In dem Meere haben wir ähnliche Druckgradienten, hervorgerufen durch die ungleiche Dichtigkeit des Meerwassers, zumal die geringere Dichtigkeit an den Küsten infolge des Flußwassers. Hierzu kommt nun die Wirkung des Windes auf die Oberfläche des Wassers. Der Wind treibt das Wasser vorwärts in seiner Richtung und mit einer Geschwindigkeit, welche auf der Stärke des Windes beruht. Auf die Bewegung des Wassers wirkt, senkrecht darauf, die Erdrotation. Gleichzeitig wirkt die Schwere. Die Resultierende der Accelerationen der Schwere und der Erdrotationskraft bildet einen Winkel mit der Lotlinie. Die Oberfläche stellt sich senkrecht zu dieser Resultierenden. Sie richtet sich auf der nördlichen Halbkugel schräg aufwärts zur Rechten der Strömung — eine Art von Stauung. Es entsteht durch den Wind ein Gefälle, eine Druckungleichheit in der Niveaufläche der Schwere, ein Druckgradient. Die Strömung im Wasser geht senkrecht

zu diesem Gradienten. Die auf der Schwere beruhende Accelerationskomponente abwärts auf der schiefen Ebene des Gefälles ist gleich groß wie und entgegengesetzt der Komponente der Acceleration der Erdrotationskraft längs der schiefen Ebene.

Als Beispiele der Wirkung einer quer zur Bewegung wirkenden Ablenkungskraft auf die Oberflächenstellung des Wassers sind die folgenden mir instruktiv gewesen. In beiden ist es die Zentrifugalkraft, welche die ablenkende Kraft ist.

In einem zylindrischen Gefäß wird das Wasser in Rotation gesetzt um die Vertikalachse des Gefäßes. Die Oberfläche des Wassers wird hohl. Die Zentrifugalkraft und die Schwere haben eine Resultierende schräg auswärts zeigend, und die Oberfläche stellt sich senkrecht zu dieser. Ist die Winkelgeschwindigkeit aller Wasserpartikel dieselbe, so wird die Zentrifugalkraft dem Abstand von der Umdrehungsachse proportional und die Schrägheit der Wasseroberfläche auswärts zunehmend. Eine Ebene durch die Achse schneidet die Oberfläche in einer Parabel. Die Oberfläche ist eine Fläche gleichen Druckes. Der Druck in den unterliegenden Niveauflächen ist proportional dem senkrechten Abstand von der Oberfläche. Der Überdruck reicht bis zum Boden. Gegen den Rand besteht eine Aufstauung. Die Bewegung geht wie in einer Kurve an einer Eisenbahn, wo die Höhe der äußeren Schiene über der inneren eben der Wirkung der Zentrifugalkraft das Gleichgewicht hält.

Ein idealer Erdball ohne Achsendrehung würde als Niveaufläche eine Kugelfläche haben. Die Rotation der Erde ruft eine Zentrifugalkraft hervor. Die Komponente dieser in der Vertikalebene längs der Oberfläche ist gegen den Äquator gerichtet. Sie wirkt als eine ablenkende Kraft in der Horizontalebene auf die Bewegung gegen Osten in der täglichen Rotation. Sie und die Gravitation des Erdballs haben eine Resultierende, welche gegen die Äquatorebene gerichtet ist und diese schneidet in einem Punkte zwischen dem Zentrum und dem Schnittpunkt des Äquators mit dem Meridian des Punktes. Die Niveaufläche, die Oberfläche des Meeres, steht senkrecht auf dieser Resultante. Sie bildet eine schiefe Ebene mit der kugelförmigen oder der von der Gravitation allein bedingten Erdoberfläche — Pole und Äquator ausgenommen. Sie ist abgeplattet, aufgestaut in der Richtung gegen den Äquator, hat ein Gefälle gegen die Pole.

In einem Meeresstrom, welcher ostwärts geht, rotiert das Wasser schneller als die Erde. Es hat eine größere Zentrifugalkraft als das relativ ruhige Meer, es hebt sich gegen den Äquator, ist mehr abgeplattet als dieses, hat einen polwärts gerichteten Gradienten. In einem Meeresstrom, welcher westwärts geht, ist die Rotationsgeschwindigkeit vermindert, er hat einen Gradienten, ein Gefälle gegen den Äquator.

Die Bewegung der Luft über dem Wasser ist im allgemeinen nicht ganz gleichmäßig, sondern stoßweise und mit kleinen Änderungen im Azimut. Die Wirkung ist eine Verschiebung des Wassers in der Oberfläche und die Bildung von Wellen. Die Wellen befördern die Wirkung des Windes; der hintere Teil der Welle steht wie ein Segel vor dem Winde. Die Wellenrücken erstrecken sich — durchschnittlich — quer zu der Richtung des Windes. In der Orbitalbewegung der Wasserpartikel, welche auch Veranlassung zu einer ablenkenden Wirkung der Erdrotation gibt, zeigt die Resultierende der Erdrotationskraft und der Schwere auf der nördlichen Halbkugel rechts herunter im Wellenberge, links herunter im Wellentale, wenn man in die Richtung des Windes hinschaut. Ist die pendelnde Bewegung gleich im Wellenberge und im Wellentale, so wird die mittlere Richtung der Resultierenden dieselbe wie die Lotlinie. Ist, wie in der Natur, wenn der Wind das Wasser bewegt, die Orbitalbewegung im Wellenberge rascher als im Wellentale, so wird die mittlere Resultierende nach rechts hinab zeigen, und es wird ein entsprechendes Gefälle geschaffen mit Neigung links herab, senkrecht zur Richtung des Windes.

Der durch die Erdrotation bewirkte Drucküberschuß übt seine Wirkung durch die Wassermasse bis zum Boden aus. Aber die Bewegungen in der Tiefe beruhen auch auf den durch Dichtigkeitsunterschiede hervorgerufenen Druckgradienten und auf der Konfiguration des Bodens.

In der Atmosphäre kann, jedenfalls in den höheren Luftlagen und auf dem Meere, die Bewegung ohne Hindernisse von einschließenden Wänden vor sich gehen. In den niedrigen Lagen über dem Erdboden ist die Bewegung der Luft für einen großen Teil durch die Konfiguration des Landes bestimmt. Im Meere, das überall von den Wänden des Festlandes eingeschlossen ist, ist das letztere im höchsten Grade der Fall. Das Wasser muß dem Land aus dem Wege gehen. Die Küsten des Festlandes sind, wie alle Stromkarten zeigen, im höchsten Grad bestimmend für die Richtung der Meeresströmungen. Diese können daher nicht immer der Richtung der herrschenden Winde folgen, auch nicht den durch Dichtigkeitsunterschiede direkt bedingten. Sowohl die Richtungen der Küsten als die ganze Bodenkonfiguration bestimmt zusammen mit den Bewegungskräften den Weg und die Geschwindigkeit der Strömungen.

Die Aufstauung des Wassers gegen eine Küste, längs welcher der Strom läuft, ist direkt gegeben durch die Bildung der schiefen Ebene in der Oberfläche. Dies ist der Fall in einem zyklonischen System mit höherem Niveau an den Rändern als in der Mitte (das Norwegische Meer). Ein antizyklonischer Meeresstrom hat ein höheres Niveau in seiner Mitte als an den Rändern (die großen tropischen Stromwirbel in den Weltmeeren). Am Äquator geht der Strom westwärts, während die Passate gegen Südwest und Nordwest wehen. —

Die Veranlassung zu Dr. Ekmans mathematischen Untersuchungen über die Wirkung der Erdrotation auf die Meeresströmungen sind die Ergebnisse betreffend die Richtung des Windes und die Trift von der »Fram«, zu welchen Nansen in seiner großen Abhandlung: »The Oceanography of the North Polar Basin« gekommen ist. Die interessante Tatsache, welche Nansen durch seine sinnreich angestellten und gründlich durchgeführten Rechnungen gefunden hat, drückt er S. 369 also aus:

»Plates XVIII — XXVIII, as well as the above Table, demonstrate clearly that for shorter periods the resultants of the drift deviate, with some few exceptions, towards the right of the corresponding wind resultant, and generally the deviation is considerable. This deviation cannot be explained as being the effect of the current in the water (Dichtigkeitsströmung), or the resistance of land, for it occurs in whatever direction the wind blows. If the drift due to the current be eliminated, we shall find that the wind drift, especially for longer periods, deviates without exception considerably towards the right of the wind resultant. — This deviation towards the right is clearly due to the deflecting force arising from the Earths rotation.«

Das Resultat von Ekmans mathematischen Untersuchungen stimmt mit Nansens Darstellung der gefundenen Tatsachen. Da ich indessen nach Prof. Schiötz' Ausführungen und meinen oben angegebenen Gründen mich nicht Ekmans Theorie anschließen kann, so ist es mir nicht möglich, mich von der Richtigkeit der von Nansen gegebenen Erklärung der von ihm gefundenen Tatsachen zu überzeugen. Ich meine, daß die Trift von »Fram« oder der Eisscholle, in welcher das Fahrzeug durch das Nordpolarbecken trieb, bedingt ist dadurch, daß das Niveau im Becken höher ist als das Niveau zwischen Spitzbergen und Grönland, wegen der Zufuhr von Flußwasser, daß die herrschenden Winde südöstliche und östliche sind, und daß aus diesen Ursachen die oberen Wasserlagen aus dem Becken zwischen den genannten Ländern herausfließen. Die von Nansen gefundene Ablenkung ist eine Folge der Form des Beckens. Dies ist von Nansen nicht ganz unbeachtet geblieben. Er sagt S. 356: »In course of time the surface water of the North Polar Basin must consequently, notwithstanding the winds, be forced out along this route, and will carry the ice along with it.« Dasselbe S. 358. S. 363 sagt er: »This deflection is generally much checked by the coasts and especially in the enclosed North Polar Sea where the surface current is more or less compelled to flow towards the natural outlet between Spitsbergen and Greenland . . . it is natural that the velocity must increase towards the opening between Spitsbergen and Greenland which forms a comparatively narrow outlet for the surface water from the wide and extensive Basin.« S. 391: »The North

Polar Basin which may be considered as a large Fjord. The surface layer of Polar water is chiefly obliged to run towards the main entrance to this Fjord, i. e. the opening between Spitsbergen and Greenland.« Siehe auch S. 395.

»Frams« Trift ist die translatorische Bewegung der Eisscholle, in welcher das Schiff eingefroren war. Nansen macht ausdrücklich darauf aufmerksam, daß diese Trift bedingt ist auch von Winden, die an anderen Stellen wehen (z. B. S. 360, 380, 382), und auf den Einfluß des Landes auf die Bewegung des Eises.

Es ist, so scheint es mir, dies ein außerordentlich interessantes Phänomen bei einem ganzen Becken, dessen Breite nicht viel kleiner als die Länge ist, und mit einer einzigen sozusagen praktischen Ausflußmündung, ein Becken, das im Winter von einer zusammenhängenden Eismasse bedeckt ist, welche, ungeachtet daß das Becken gegen die Mündung sich einengt, gegen diese stetig treibt. Daß die Eisfelder in einer solchen Trift aneinander drücken, um Raum zu erhalten, scheint eine natürliche Folge, und daß sie auch drehenden Bewegungen unterworfen sind, geht aus der Tabelle hervor, welche »Frams« Kompaßkurs enthält, in Vol. II H. Geelmuyden, Astronomical Observations, S. 77 bis 82.

Unter solchen Umständen scheint mir »Frams« Trift wenig geeignet, um daraus ein allgemein gültiges Verhältnis zwischen der Richtung und Stärke des Windes und der Richtung und Geschwindigkeit des Windstromes herzuleiten. Um die Ordinaten der »Dichtigkeitsfläche« zu finden, ist Kenntnis der spezifischen Gewichte des Wassers an vielen Punkten und in verschiedenen Reihen erforderlich. Eine einzelne Reihe wie »Frams« Kurs ist nicht ausreichend.

Einen anderen Beweis für die Ablenkung des Windstroms von der Richtung des Windes als Wirkung der Erdrotation hat man geglaubt in den Wind- und Strombeobachtungen am Adler Grund in der Ostsee zu finden. Ich bin zu der Meinung geneigt, daß es die Konfiguration des Bodens ist, welche hier den größten Einfluß auf die Richtung der Strömungen hat. Überhaupt ist die Form des Raumes, in welchem ein Meeresstrom geht, ein Faktor, auf den man beim Studium solcher die größte Rücksicht nehmen muß.

Die direkte Messung der Richtung und Geschwindigkeit der Meeresströmungen in allen Tiefen und allen Jahreszeiten wird der gerade Weg sein, um die vielen verwickelten Erscheinungen in diesem Teil der Ozeanographie zum näheren Verständnis zu bringen. Die interessanten Messungen dieser Art, welche B. Helland-Hansen beschreibt in »Current Measurements in Norwegian Fjords, the Norwegian Sea and the North Sea in 1906« (Bergens Museums Aarbog 1907, Nr. 15) und die mit einem von Dr. Ekman konstruierten sinnreichen Apparat ausgeführt sind, scheinen sehr vielversprechend in dieser Richtung. Ein Faktor, welcher sich geltend macht, ist hier die Gezeitenströmung.

Christiania, 2. Juli 1908. H. Mohn.

Ableitung der Ausdrücke für die bei Kreuzung zweier Gezeitenwellen auftretenden Erscheinungen.

(Eine Ergänzung zu einem Aufsatz über die Gezeiten im Englischen Kanal in den »Annalen der Hydrographie usw.« 1898.)

Von Prof. Dr. C. Börgen.

(Schluß.)

3. Anwendung der vorhergehenden Ergebnisse auf beobachtete Erscheinungen.

Um nun die Ergebnisse der vorstehend entwickelten Formeln auf Vorgänge, wie sie in den britischen Gewässern und der südwestlichen Nordsee beobachtet worden sind, anwenden zu können, muß eine kurze Darlegung über den wahrscheinlichen Verlauf der Wellen und ihrer Höhenverhältnisse vorangeschickt werden. Es sei daher gestattet, den betreffenden Passus aus dem Aufsatz »Über die Gezeiten im Englischen Kanal usw.« aus den »Ann. d. Hydr. usw.« für 1898 mit einigen Änderungen hier zu wiederholen.

Im Atlantischen Ozean ist die Fortpflanzung der Gezeitenwelle von Süden nach Norden gerichtet, wobei jedoch zu bemerken ist, daß der Teil derselben, welcher sich in dem tiefen Wasser fortbewegt, erheblich gegen denjenigen voreilt, welcher sich in dem flacheren Küstenwasser fortpflanzt, wofür als Beispiel angeführt sei, daß eine Welle, deren Länge sehr viel größer ist als die Wassertiefe, was für die Flutwelle zutrifft, auf einer Tiefe von 5500 m nur 8 Sekunden gebraucht, um 1 Sm weiter zu rücken, während sie dazu auf einer Tiefe von 200 m 41.9 Sekunden, also mehr als das Fünffache, benötigt. Der Kamm der Welle bildet daher eine nach Norden konvexe Kurve, welche in der Breite von etwa 49° auf das unterseeische Plateau trifft, auf welchem sich die britischen Inseln und das europäische Festland aufbauen, während ein Teil des Wellenkammes sich in der Richtung von NW nach SO in die Bai von Biskaya ausbreitet. Indem die Welle nach N weitereilt, wird ihr östlicher Rand durch das genannte Plateau zurückgehalten und ihre Fortpflanzungsrichtung aus N in etwa ONO umgewandelt, mit welcher sie in den Kanal eintritt. Beim Übergang aus dem tiefen auf das flachere Wasser der Küstenzone hat die Welle im umgekehrten Verhältnis der vierten Wurzel aus den Tiefen an Höhe zugenommen. Auf ihrem weiteren Verlauf in dem Kanal tritt eine weitere, wenn auch geringe Erhöhung ein, weil die Breite des Kanals von Westen nach Osten abnimmt, eine Wirkung, welche der Quadratwurzel der Breiten umgekehrt proportional ist. Wegen der Einwirkung der Reibung werden diese Erhöhungen der ozeanischen Welle nicht ganz in vollem Maße eintreten, immerhin aber wird die Kanalwelle (wie die von Westen kommende Welle genannt werden möge) die Straße von Dover mit einer nicht unbeträchtlichen Höhe erreichen. Ehe die Welle die Straße von Dover passiert, wird sie zum großen Teil durch die fast Nord—Süd verlaufende Küste des Departements Pas de Calais aufgehalten, hier zu fast der doppelten Höhe aufgestaut und nach der englischen Küste von Hastings bis etwa Selsea-Bill hinüber reflektiert, wo sie dazu dient, die von Osten her durch die Straße von Dover aus der Nordsee in den Kanal eintretende Welle zu verstärken. Eine erneute Reflexion von der englischen nach der französischen Küste hinüber findet wegen zu spitzen Einfallswinkels nicht statt. Der Teil der Kanalwelle, welcher durch die Straße von Dover in die Nordsee eintritt, findet dort sofort ein stark erweitertes Bett vor und indem sie sich fächerförmig ausbreitet, muß sie stark an Höhe einbüßen. Weil aber an der östlichen Seite die belgisch-holländische Küste der seitlichen Ausbreitung ein Hindernis entgegensetzt, so wird die Welle an dieser Küste nicht nur nichts an Höhe einbüßen, sondern es ist nach dem Verlauf derselben anzunehmen, daß sie sogar an Höhe gewinnen wird, wenigstens von dem Punkte an, wo der Küstenverlauf eine mehr und mehr nördliche Richtung annimmt, er sich also der Fortpflanzungsrichtung der Welle, welche wir als ursprünglich ONO erkannt haben, mehr oder minder entgegenstellt. In der Richtung der Straße von Dover, die frei von Land führt, wird sie zwar auch allmählich an Höhe einbüßen, ist aber noch an der jütischen Küste bemerkbar, weil dort infolge ihrer Interferenz mit der von Norden kommenden Welle der Tidenhub ein äußerst geringer, fast verschwindender ist.

Inzwischen ist die ozeanische Welle im Atlantischen Ozean rasch nach Norden weitergeeilt, und nun zweigt sich im Norden von Schottland ein neuer Teil der Welle ab, welcher durch die breite Straße zwischen Norwegen und Schottland in der Richtung NW—SO in die Nordsee eindringt. Die Bodengestaltung der Nordsee, welche eine nach Süden zu schmaler werdende tiefere Rinne längs der schottisch-englischen Küste aufweist, bringt es mit sich, daß die Welle mit etwas wachsender Höhe sich schneller längs dieser Küste nach Süden bewegt als in dem übrigen Teile der Nordsee. Bei Yarmouth fängt die Welle an, sich in dem breiten, ziemlich gleichmäßig tiefen Becken zwischen der englischen und niederländischen Küste auszubreiten, wobei sie an Höhe etwas einbüßen muß, wenigstens der nach SW laufende Teil derselben. Es dürfte mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen sein, daß die letztgenannte Küste in ihrer ganzen Ausdehnung annähernd zu gleicher Zeit erreicht wird. Eine Reflexion der Welle könnte wohl nur an der Küste der Provinz Nord-Holland stattfinden

Digitized by Google

welche auf dem direkten Wege erreicht wird, aber auch hier ist der mit der Küstenerstreckung gebildete Einfallswinkel so spitz, daß eine weitreichende Reflexion kaum zu erwarten ist, dagegen dürfte aber immerhin eine nicht unerhebliche Erhöhung der Amplitude der Welle eintreten. Dasselbe gilt auch für die Kanalwelle, auch diese wird durch den Verlauf der Küste in Höhe verstärkt werden, ohne daß es zu einer eigentlichen sich weithin merklich machenden Reflexion kommen kann. Durch die Straße von Dover tritt nun die Nordseewelle in den Englischen Kanal ein, und zwar wird sie, entsprechend der Richtung der Straße von Dover, in erster Linie auf die französische Küste treffen, wo sie ohne Zweifel dazu beiträgt, den an dieser Küste im allgemeinen höheren Tidenhub als an der englischen Küste hervorzubringen.

An der englischen Küste vereinigt sich nach dem Passieren der Straße von Dover die Nordseewelle mit demjenigen Zweige der Kanalwelle, welcher, wie oben erwähnt, von der Küste des Departements Pas de Calais nach der englischen Südküste hinüber reflektiert wird, wodurch bewirkt wird, daß an dieser Küstenstrecke Kanalwelle und Nordseewelle + reflektierte Kanalwelle in Höhe nahe gleich werden, die letzteren vielleicht sogar die erstere an Höhe übertreffen.

Die Höhe der Nordseewelle betreffend, ist zu schließen, daß dieselbe im allgemeinen niedriger ist als die Kanalwelle im Bereich des Englischen Kanals, weil sie sich in einem viel weiteren Bette verbreitet und deshalb durch die Begrenzung desselben weniger beeinflußt wird als diese, wenn auch die Wassertiefe, die in der Nordsee im allgemeinen geringer ist als im Kanal, eine ein wenig stärkere Beeinflussung der Höhe durch die Tiefenverhältnisse bedingen wird. Im südlichen Teile der Nordsee jedoch, wo die Kanalwelle infolge der plötzlichen Erweiterung ihres Bettes, wie schon oben gesagt wurde, an der englischen Küste an Höhe erheblich einbüßt, während sie an der belgisch-holländischen Küste ihre ursprüngliche Höhe nicht nur beibehält, sondern teilweise erheblich vermehrt, werden wir folgende Verhältnisse annehmen dürfen: Die Kanalwelle ist in der Straße von Dover und längs der belgisch-niederländischen Küste höher als die Nordseewelle, während anderseits von Norden her bis etwa zur Themse-Mündung die Nordseewelle die seitliche Ausbreitung der Kanalwelle an Höhe übertrifft. Hiernach muß es eine Linie geben, welche, ausgehend von der Themse-Mündung, vermutlich ziemlich in der Mitte zwischen beiden Küsten verläuft, auf welcher die Höhen beider Wellen einander gleich sind.

Nach dieser Darlegung dürfen wir annehmen, daß die folgenden Annahmen über die Fortpflanzungsrichtung und die relative Höhe der Wellen nicht sehr fehlerhaft sein werden. Als Koordinatenachsen nehmen wir einen Meridian und einen Parallelkreis an, und zwar sei der erstere die x-, der letztere die y-Achse. Die Abszissen sollen von Süd nach Nord, die Ordinaten von West nach Ost wachsen, und demgemäß werden die Winkel von N durch O, S und W von 0°—360° gezählt.

Wir machen daher folgende Annahmen:

1. Kanalwelle: a) im Kanal: Azimut der Fortpflanzungsrichtung = 70°,
   b) in der Straße von Dover und in der Nordsee: Azimut = 40°.
2. Nordseewelle: a) in der Nordsee: Azimut = 130°,
   b) in der Straße von Dover und an der französischen Küste bis Kap Barfleur: Azimut = 220°,
   c) Mitte des Kanals: Azimut = 250°.

Bezüglich der Höhenverhältnisse können folgende Angaben wohl als zutreffend angesehen werden, wobei die Kanalwelle mit Kw, die Nordseewelle mit Nw bezeichnet werde:

a) Kanal von Westen bis Selsea-Bill: $Kw > Nw$;
b) Selsea-Bill bis Hastings: $Kw \leq Nw$ + refl. Kanalwelle;
c) Straße von Dover bis Themse-Mündung: $Kw > Nw$;
d) Themse-Mündung: $Kw = Nw$; von Themse-Mündung nördlich: $Kw < Nw$;
e) an der französischen und belgisch-holländischen Küste: $Kw > Nw$.

Digitized by Google

Hierzu sind noch folgende Bemerkungen zu machen: Die Nordseewelle wird die in der Straße von Dover angenommene Richtung von 220° längs der französischen Küste bis zur Halbinsel Cotentin beibehalten, wo sie in die allgemeine Richtung des Kanals 250° übergeht, die wir für den in der Mitte des Kanals laufenden Teil der Welle angenommen haben. In der Nordsee wird sich die Nordseewelle südlich der Linie Yarmouth—Texel, wie bereits gesagt, nach SW ausbreiten, und es ist anzunehmen, daß die Richtungsänderung allmählich vor sich geht und erst unweit des Einganges der Straße von Dover die angenommene neue Richtung erreicht wird. Man wird daher für die Anwendungen der vorhergehenden Ergebnisse annehmen dürfen, daß der Übergang von der einen Richtung in die andere sich an einem bestimmten Punkte vollzieht, und so versetzen wir denselben in der Nordsee in einen Punkt, dessen geographische Position 51° 15′ N und 1° 50′ O ist, im Kanal in die Linie Hastings—Tréport.

Es mögen jetzt einige der im vorhergehenden entwickelten Formeln mit den Ergebnissen der Beobachtungen verglichen werden, und zwar zuerst die Formel (12), welche darstellt, in welcher Weise sich der Tidenhub beim Kreuzen zweier Wellen von Ort zu Ort ändert.

Überblickt man eine Liste der Springtidenhube in dem Gebiet der Nordsee und des Englischen Kanals,[1]) so sieht man, daß der Tidenhub abwechselnd größer und kleiner ist. So kann man, von West nach Ost fortschreitend, an der Englischen Küste:

ein Maximum des Tidenhubs etwa bei Penzance,
ein Minimum zwischen Portland und St. Albans Head, etwa bei Lulworth,
ein Maximum bei Hastings,
ein Minimum bei Yarmouth

und an der französisch-niederländischen Küste:

ein Maximum bei Ouessant (? wenig ausgeprägt),
ein Minimum zwischen Casquets und Kap Barfleur, etwa bei Kap La Hague,
ein Maximum bei Tréport,
ein Minimum zwischen Texel und Ymuiden etwa 10 Sm südlich von der Einfahrt nach Helder

unterscheiden. Es ergeben sich daher etwa folgende Linien des Phasenunterschiedes:

1. p = 0°: Penzance—Ouessant (?),
2. p = 180°: Lulworth—Kap La Hague,
3. p = 0°: Hastings—Tréport,
4. p = 180°: Yarmouth—Helder—10 Seemeilen.

Die Bucht von St. Malo muß dabei außer Betracht bleiben, weil dort besondere Verhältnisse vorhanden sind, wie schon daraus hervorgeht, daß auf nahe demselben Längengrade bei Alderney ein Tidenhub von 5.3 m, dagegen etwas südlicher bei Jersey von 9.6 und bei Granville sogar von 11.7 m beobachtet wird. Die Bucht von St. Malo wird nun in der Tat von dem nördlicheren Teile der normannischen Bucht durch die Inseln Jersey, Guernsey, Sark und einige Riffe wenn auch nicht vollständig, so doch ziemlich wirkungsvoll abgeschlossen.

Es fragt sich nun, ob die genannten Linien gleichen Phasenunterschiedes mit der angenommenen Abszissenachse Winkel bilden, die mit den angenommenen Fortpflanzungsrichtungen der Wellen im Einklang sind. Aus der Karte entnehmen wir folgende Azimute:

für die Linie:	Kap La Hague—Lulworth:	167°,
« « « :	Hastings—Tréport:	146°,
« « « :	Yarmouth—Texel:	87°,

von Nord über Ost gezählt. Diese Winkel müssen nun nach der an Formel (13) geknüpften Bemerkung dem Mittel aus den Winkeln, welche die Fortpflanzungs-

[1]) Siehe die eingangs angeführte Abhandlung in den »Ann. d. Hydr. usw.« 1898.

richtungen der Wellen mit der Abszissenache bilden, gleich sein. Geben wir der Kanalwelle den Index 1, der Nordseewelle den Index 2, so erhalten wir:

im Kanal: $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) = 160^\circ$
in der Straße von Dover: $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) = 130^\circ$
in der Nordsee: $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) = 85^\circ$

Diese Zahlen sind in recht guter Übereinstimmung mit den der Karte entnommenen Winkeln. Die etwas größere Abweichung für die Linie Hastings—Tréport verschwindet, wenn man bedenkt, daß unserer Annahme zufolge auf dieser Linie die Richtungsänderung sowohl der Nordsee- wie der Kanalwelle eintreten soll. Nehmen wir daher das Mittel aus den Werten von $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$ für den Kanal und die Straße von Dover, so erhält man $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) = \frac{1}{2}(160^\circ + 130^\circ) = 145^\circ$, also vollständige Übereinstimmung mit dem der Karte entnommenen Azimut von 146°.

Hierdurch erfahren bereits unsere Annahmen für die Fortpflanzungs-Richtungen der Wellen eine wesentliche Stütze, jedoch genügt dies noch nicht, um die volle Überzeugung von ihrer Richtigkeit hervorzubringen, es ist noch nachzuweisen, daß auch die aus dem Abstande der Linien gleichen Phasenunterschiedes mit Hilfe der Formel (14) abgeleitete Wellenlänge mit der aus der mittleren Wassertiefe folgenden in leidlicher Übereinstimmung ist. Vollkommene Übereinstimmung ist naturgemäß nicht zu erwarten, weil die Wassertiefe sehr wechselnd ist, während unsere Formeln eine gleichmäßige Tiefe voraussetzen, wie denn überhaupt die Mannigfaltigkeit der natürlichen Verhältnisse sich der genauen Berücksichtigung bei theoretischen Untersuchungen entzieht.

Um dies nachzuweisen, entnehmen wir dem Verzeichnis der »Maritime positions« in Rapers: Practice of navigation die folgenden geographischen Positionen für die Punkte, wo die Linien der Phasenunterschiede 180° und 0° die Küste treffen:

1. Für die Linien 2 und 3:

Kap La Hague: 49° 43′ N, 1° 57′ W. Tréport: 50° 4′ N, 1° 22′ O.
Lulworth: 50° 33′ N, 2° 15′ W. Hastings: 50° 52′ N, 0° 36′ O.

Hieraus erhalten wir folgende Differenzen $x' - x$ und $y' - y$ der Koordinaten, indem wir die in Graden und Bruchteilen ausgedrückten Längenunterschiede, der Breite 50° 30′ entsprechend, durch Multiplikation mit 38.51 in Seemeilen verwandeln:

Kap La Hague—Hastings: $x' - x = + 69$, $y' - y = + 98.2$ Seemeilen,
Lulworth—Tréport: $x' - x = - 29$, $y' - y = + 139.3$ »

Ferner ist $\alpha_1 = 70^\circ$, $\alpha_2 = 250^\circ$ und $p' - p = 180^\circ = \pi$, dann erhält man mit Hilfe von (14a):

Kap La Hague—Hastings: $\frac{1}{2}\lambda = 231.8$ Seemeilen,
Lulworth—Tréport: $\frac{1}{2}\lambda = 242.0$ »
$\lambda = 473.8$ Seemeilen.

Die mittlere Tiefe kann zu etwa 40 bis 42 m angenommen werden, womit sich ergibt:

$k = 40$ m: $\lambda = 75.61\sqrt{k} = 479$ Seemeilen,
$k = 42$ m: $\lambda = 75.61\sqrt{k} = 490$ » ,

was ganz leidlich mit dem anderen Wert von λ übereinstimmt.

2. Für die Linien 3 und 4 erhält man:

Tréport: 50° 3.9′ N, 1° 22.2′ O. Texel: 52° 50′ N, 4° 40′ O,
Hastings: 50° 51.5′ N, 0° 36.0′ O. Yarmouth: 52° 37′ N, 1° 43.7 O.
x_0, y_0: 51° 15′ N, 1° 50′ O.

Werden die Längenunterschiede mit 37.49 multipliziert, so erhalten wir folgende Differenzen der Koordinaten:

Tréport—$x_0\, y_0$: $x_0 - x = + 71.1$, $y_0 - y = + 17.4$ Seemeilen
Hastings—$x_0\, y_0$: $x_0 - x = + 23.5$, $y_0 - y = + 46.2$ »
$x_0\, y_0$—Texel: $x' - x_0 = + 95.0$, $y' - y_0 = + 106.2$ »
$x_0\, y_0$—Yarmouth: $x' - x_0 = + 82.0$, $y' - y_0 = - 3.9$ »

Digitized by Google

und da $\alpha_1 = 70°$, $\alpha_2 = 220°$, $\alpha_1' = 40°$, $\alpha_2' = 130°$ und $p' - p = 180°$, so erhält man nach Formel (14):

Tréport—Yarmouth: $\frac{1}{2}\lambda = 222.5$ Seemeilen,
Hastings—Texel: $\frac{1}{2}\lambda = 220.0$ «
$\lambda = 442.5$ Seemeilen.

Die mittlere Tiefe kann zu 30 bis 35 m angenommen werden, woraus sich folgende Wellenlängen ergeben:

$$k = 30 \text{ m}: \lambda = 75.61\sqrt{k} = 414 \text{ Seemeilen},$$
$$k = 35 \text{ m}: \lambda = 75{,}61\sqrt{k} = 448 \text{ «}$$

in guter Übereinstimmung mit der aus dem Abstand der Linien gleichen Phasenunterschiedes berechneten Wellenlänge. Diese letzten Werte für die Wellenlänge stimmen besser überein als die für den Kanal gefundenen, was darin seinen Grund hat, daß einesteils die Wassertiefen in diesem Teile der Nordsee viel gleichmäßiger sind als dort, anderenteils die Lage der Linie für den Phasenunterschied 180° im Kanal sehr viel unbestimmter, die Annahmen für dieselbe daher viel willkürlicher sind als für die andern Linien.

Wenn auch nicht zu verkennen ist, daß in den gemachten Annahmen eine gewisse, aber unvermeidliche Willkür liegt, so wird man doch aus dem Vorhergehenden entnehmen dürfen, daß die Annahme zweier Wellen den beobachteten Erscheinungen genügt.

Demnächst möge auf Grund der Formel (16) das Fortschreiten der Hochwasserzeiten in verschiedenen Teilen des Kanals und der Nordsee untersucht werden. Wie bereits bei Ableitung der Formel erwähnt, lassen sich keine allgemeinen Schlüsse aus der Formel ziehen, wir müssen daher außer über die Fortpflanzungsrichtungen für bestimmte Gebiete bestimmte Annahmen über die relative Höhe der beiden Wellen machen. Außerdem haben wir uns zu erinnern, daß $a_1 = m \cos(\alpha_1 - \beta)$, $a_2 = m \cos(\alpha_2 - \beta)$ ist, wenn β den Winkel bezeichnet, welchen die Richtung, in der wir die Änderung der Hochwasserzeit kennen lernen wollen, mit der Abszissenachse bildet. Dies vorausgeschickt sei:

A. $\alpha_1 = 70°$, $\alpha_2 = 250°$ und $\beta = 90°$, was den Verhältnissen an der englischen Südküste bis etwa Hastings entspricht, dann ist $a_1 = + m \cdot 0.940$, $a_2 = - m \cdot 0.940$, $a_1 + a_2 = 0$ und

$$\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = + \frac{m}{n} 0.940 \frac{H_1^2 - H_2^2}{H_1^2 + H_2^2 + 2\,H_1\,H_2 \cos p}.$$

Hieraus folgt zunächst, daß längs der englischen Südküste ein Wachsen der Hafenzeiten von West nach Ost stattfindet, daß dies aber in verschiedenen Gegenden verschieden sein wird, je nach dem Verhältnis von H_1 und H_2 und dem Phasenunterschied der Wellen. So ist:

a) Für $p = 0°$ (ganz im Westen des Kanals): $\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = + \frac{m}{n} \cdot 0.940 \frac{H_1 - H_2}{H_1 + H_2}$.

Da hier H_1 und H_2 ziemlich verschieden sein werden, so ist in dieser Gegend ein mäßig rasches Fortschreiten der Hochwasser- (Hafen-) Zeiten von W nach O zu erwarten.

b) Für $p = 180°$ (Portland bis Insel Wight): $\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = + \frac{m}{n} \cdot 0.940 \frac{H_1 + H_2}{H_1 - H_2}$,

woraus für diese Gegend auf ein sehr rasches Wachsen der Hafenzeiten geschlossen werden darf.

c) Für $p = 0°$ (bei Hastings): $\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = + \frac{m}{n} \cdot 0.940 \frac{H_1 - H_2}{H_1 + H_2}$.

Je nachdem $H_1 >$ oder $< H_2$ ist, ist hier ein langsames Wachsen oder Abnehmen der Hafenzeiten von West nach Ost zu erwarten.[1])

Vergleichen wir dies mit den tatsächlichen Verhältnissen, so finden wir:

[1]) Vgl. weiter unten die Formel (29) beim Vorhandensein dreier Wellen, die in dieser Gegend angenommen werden müssen.

a) Scilly Inseln, St. Agnes: Hafenzeit $4^h\ 55^{min}$,
Lizard: « $5^h\ 21^{min}$.
Entfernung 38 Seemeilen, Differenz der Hafenzeiten $+ 26^{min}$.

b) Portland Bill: Hafenzeit $6^h\ 45^{min}$,
Needles: « $9^h\ 52^{min}$.
Entfernung 33 Seemeilen, Differenz der Hafenzeiten $+ 3^h\ 7^{min} = + 187^{min}$.

c) Beachey Head: Hafenzeit $11^h\ 19^{min}$,
Dungeness: « $10^h\ 41^{min}$.
Entfernung 29 Seemeilen, Differenz der Hafenzeiten $= - 38^{min}$.

Beachtet man das, was oben über die relative Höhe der Wellen in verschiedenen Teilen des Gebiets gesagt wurde, so ergibt sich, daß das, was wir soeben nach Formel (16) als wahrscheinlich erkannt haben, vortrefflich mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmt. Auch die Abnahme der Hafenzeiten an der Küste von Selsea-Bill bis Hastings findet ihre Erklärung, da wir es oben als wahrscheinlich bezeichneten, daß die durch die reflektierte Kanalwelle verstärkte Nordseewelle höher sein werde als die von West nach Ost fortschreitende Kanalwelle. Östlich von Hastings hört die Wirkung der reflektierten Kanalwelle auf und die Nordseewelle ist wieder die niedrigere.

B. $\alpha_1 = 40°$, $\alpha_2 = 220°$ und $\beta = 40°$ dürfte den Verhältnissen in der Straße von Dover entsprechen. Es ist daher $a_1 = + m \cdot 1.000$, $a_2 = - m \cdot 1.000$, $a_1 + a_2 = 0$ und:

$$\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = + \frac{m}{n} \frac{H_1^2 - H_2^2}{H_1^2 + H_2^2 + 2\,H_1\,H_2 \cos p}.$$

Da hier wieder $H_1 > H_2$ ist, so ist ein langsames Wachsen der Hafenzeiten zu erwarten, wie es auch die Beobachtungen zeigen. Hafenzeit von Dungeness: $10^h\ 41^{min}$, Folkestone: $11^h\ 3^{min}$, Dover: $11^h\ 7^{min}$, Deal $11^h\ 9^{min}$.

C. Vor der Themse-Mündung sollen unserer Annahme zufolge Kanal- und Nordseewelle einander gleich werden, und es tritt sonach der in Formel (17) behandelte Spezialfall ein, d. h. es soll $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) - \beta = 90°$ sein. Nun ist $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2)$ das Azimut der Linien gleichen Phasenunterschiedes, welches für die Nordsee $= 85°$ gefunden wurde. Für β ist zwischen etwa Deal und Yarmouth annähernd der Wert 0° oder 180° anzunehmen, je nachdem man von Süden nach Norden oder von Norden nach Süden fortschreitet, aus diesen Zahlen folgt also, daß die Bedingung $\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) - \beta = 90°$ (oder 270°) durch die gemachten Annahmen erfüllt wird.

D. Zwischen Themse-Mündung und Yarmouth ist anzunehmen, daß die Fortpflanzung der Wellen einander entgegengesetzt längs der Küste erfolgt und da $\beta = 0°$ angenommen werden kann, so erhält man $\alpha_1 - \beta = 0°$, $\alpha_1 - \beta = 180°$ und:

$$\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = \frac{m}{n} \frac{H_1^2 - H_2^2}{H_1^2 + H_2^2 + 2\,H_1\,H_2 \cos p}$$

woraus folgt, daß die Hafenzeiten von Süden nach Norden abnehmen werden, da nun $H_2 > H_1$ ist, wie es auch die Beobachtungen bestätigen: Orford Ness: $11^h\ 9^{min}$, Lowestoft: $9^h\ 50^{min}$, Yarmouth $9^h\ 8^{min}$.

Durch ähnliche Schlüsse überzeugt man sich leicht, daß auch das beobachtete Fortschreiten der Hafenzeiten längs der französisch-belgisch-holländischen Küste mit dem aus Formel (16) unter Berücksichtigung der obigen Annahmen über das Höhenverhältnis der Wellen folgenden, in vollkommener Übereinstimmung ist, daß namentlich die langsame Änderung der Hafenzeiten an der belgischen Küste und die sehr rasche Änderung zwischen Ymuiden und Texel sich theoretisch begründen läßt.

Es erübrigt noch, zu zeigen, daß sich unter den gemachten Annahmen für die Größen $2\,H_1$ und $2\,H_2$, d. h. für die Tidenhube der beiden Wellen (Kanal- und Nordseewelle) Werte finden lassen, welche unter sich ausreichend übereinstimmen und an sich durchaus wahrscheinlich sind. Das Mittel hierzu geben die beobachteten Tidenhube auf den Linien der Phasenunterschiede $p = 0°$ und $p = 180°$. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß die Wellen nicht überall

Digitized by Google

mit gleicher Größe auf diese Werte einwirken, sondern durch verschiedene Umstände ihre Wirkung modifiziert wird. Man darf daher nicht überall, wo $p = 0°$ ist, den beobachteten Tidenhub $= 2(H_1 + H_2)$ und wo $p = 180°$ ist $= 2(H_1 - H_2)$ setzen, sondern hat auf die Wirkung der seitlichen Ausbreitung der Wellen sowohl wie auf den Einfluß von reflektierten Wellen Rücksicht zu nehmen. Unter diesem Gesichtspunkte wird man folgende Annahmen machen dürfen:

1. Scilly-Inseln oder Penzance und Lulworth: Hier finden keine besonderen Beeinflussungen des Tidenhubs durch Reflexwellen oder seitliche Ausbreitung statt, man kann daher den Tidenhub $= 2(H_1 + H_2)$ bzw. $2(H_1 - H_2)$ setzen.

2. Hastings: Die Kanalwelle braucht gemäß der Wassertiefe etwa 1^h, um vom Meridian von Hastings nach der französischen Küste zu gelangen, und ebenso viel, um von dort als reflektierte Welle nach Hastings zu gehen, sie trifft daher mit der ursprünglichen Kanalwelle mit einem Phasenunterschied von 2 Stunden oder 60° zusammen; der Tidenhub der Kanalwelle ist daher nicht $2H_1$, sondern $2H_1 \cos \frac{1}{2} p = 1.75 H_1$ (nahe). Auch die Nordseewelle bleibt nicht ganz unbeeinflußt, da sie nach Passieren der Straße von Dover sich seitlich ausbreitet, und zwar dürfte die Höhe der Welle im Verhältnis 1 : 0.75 verkleinert sein, weil die Entfernung zwischen der englischen und französischen Küste, senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Welle, etwa doppelt so groß ist wie die Breite der Straße von Dover, die Höhen sich also wie $1 : \frac{1}{\sqrt{2}}$ 1 : 0.67 verhalten sollten. Statt dieses ziehen wir jedoch das bequemere Verhältnis 1 : 0.75 vor und setzen den Tidenhub bei Hastings $= 2(1.75 H_1 + 0.75 H_2) = 2(\frac{7}{4} H_1 + \frac{3}{4} H_2)$.

3. Tréport: Die Kanalwelle dürfte hier doppelt angesetzt werden müssen, weil sie von der nahen Küste des Pas de Calais reflektiert wird, die Nordseewelle dagegen die Höhe, welche sie in der Straße von Dover hatte, beibehalten haben, weil Tréport in der direkten Fortpflanzungsrichtung liegt und die Küste des Pas de Calais eine seitliche Ausbreitung verhindert, daher setzen wir den Tidenhub $= 2(2H_1 + H_2)$.

4. Yarmouth: Während die direkt hierher gelangende Nordseewelle ihre volle Höhe hat, hat die Kanalwelle stark abgenommen, denn die Entfernung der Küsten ist das Sechsfache der Breite der Straße von Dover, daher ist die Höhe der Welle nur noch $\frac{1}{\sqrt{6}} H_1 = 0.4 H_1$ und der Tidenhub $= 2(-0.4 H_1 + H_2)$.

5. Texel: Hier nehmen wir, vielleicht etwas reichlich, eine Verdoppelung der Höhen beider Wellen an, wegen der Reflexion bzw. Aufstauung an der Küste von Nordholland, von der schon oben die Rede war, und setzen daher: Tidenhub $= 2(2H_1 - 2H_2)$.

Der Punkt des Phasenunterschiedes 180° in der Nähe von Kap La Hague muß außer Betracht bleiben, weil hier die Verhältnisse der Normannischen Bucht mit ihren abnorm hohen Fluten hinüberspielen, deren Einfluß sich der Abschätzung entzieht.

Wir erhalten demnach folgende Übersicht:

Scilly-Inseln:	$2(H_1 + H_2)$	=	4.9 m
Lulworth:	$2(H_1 - H_2)$	=	2.0 «
Hastings:	$2(7H_1 + 3H_2)$	=	4 × 7.3 «
Tréport:	$2(2H_1 + H_2)$	=	9.3 «
Yarmouth:	$2(-0.4H_1 + H_2)$	=	1.8 «
Texel:	$2(2H_1 - 2H_2)$	=	1.4 «

Aus diesen Zahlen leiten wir folgende Werte für $2H_1$ und $2H_2$ ab:

1.	Scilly — Lulworth:	$2H_1 = 3.45$	$2H_2 = 1.45$ m
2.	Lulworth — Hastings:	$2H_1 = 3.52$	$2H_2 = 1.52$ «
3.	Lulworth — Tréport:	$2H_1 = 3.73$	$2H_2 = 1.84$ «
	Mittel:	$2H_1 = 3.57$	$2H_2 = 1.60$ m
4.	Hastings — Yarmouth:	$2H_1 = 2.90$	$2H_2 = 2.97$ m
5.	Hastings — Texel:	$2H_1 = 3.13$	$2H_2 = 2.43$ «
6.	Tréport — Yarmouth:	$2H_1 = 3.12$	$2H_2 = 3.06$ «
7.	Tréport — Texel:	$2H_1 = 3.33$	$2H_2 = 2.64$ «
	Mittel:	$2H_1 = 3.12$	$2H_2 = 2.77$ m

Diese Werte sind gruppenweise unter sich in recht leidlicher Übereinstimmung; man erkennt aber, daß die Kanalwelle in der Nordsee eine kleinere Amplitude hat als im Kanal und daß ebenso die Nordseewelle in der Nordsee größer ist als im Kanal. Dies Ergebnis kann nicht überraschen, wenn man bedenkt, daß beiderseits doch nur ein Teil der Welle aus einem Gebiet in das andere übertritt und überdies die Wellen beim Fortschreiten durch Reibung an Höhe etwas einbüßen müssen. Auch daß die Nordseewelle beim Übertritt in den Kanal wesentlich mehr an Amplitude verliert als die Kanalwelle beim Übertritt in die Nordsee, dürfte leicht verständlich sein durch die Erwägung, daß die Kanalwelle nur eine geringe Richtungsänderung erfährt (von 70° auf 40°), während die Nordseewelle durch seitliche Ausbreitung ihre Richtung von 130° in 220° verändert. Demselben Umstande, der seitlichen Ausbreitung der Welle nach SW. kann auch zugeschrieben werden, daß die Kombination der beiden Kanalstationen mit Yarmouth größere Werte für die Nordseewelle ergeben als diejenige mit Texel, nämlich im Mittel 3.02 bzw. 2.54 Meter, während die Kanalwelle für alle 4 Kombinationen recht gut übereinstimmend herauskommt, denn bei Yarmouth ist die Nordseewelle noch ungeschwächt, während sich bei Texel die Wirkung der seitlichen Ausbreitung bemerklich macht.

Mit den soeben gefundenen Werten kann man nun auch die oben für die Änderung der Hafenzeiten in verschiedenen Gebieten aufgestellten Formeln numerisch berechnen und das Ergebnis mit dem der Beobachtung vergleichen. Als erstes Beispiel möge die Änderung der Hafenzeiten für das Gebiet zwischen Portland-Bill und Needles-Point berechnet werden. Es wurde der Ausdruck gefunden:

$$\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = 0.940\,\frac{m}{n}\,\frac{H_1 + H_2}{H_1 - H_2} = 0.940\,\frac{r}{\lambda}\cdot\frac{H_1 + H_2}{H_1 - H_2} = \frac{700^{min}}{\lambda}\cdot\frac{H_1 + H_2}{H_1 - H_2}.$$

Da es sich hier um die Differenz der Hafenzeiten zweier Küstenpunkte handelt, so wird man λ der zwischen diesen Orten längs der Küste sich vorfindenden Wassertiefe entsprechend annehmen müssen. Nehmen wir k = 25 Meter, so wird $\lambda = 75.61\sqrt{k} = 378$ Seemeilen, ferner ist, wie soeben ermittelt, $H_1 = 3.57$ Meter, $H_2 = 1.60$ Meter zu setzen, womit sich $\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = +\,4.87^{min}$ pro Seemeile oder $+\,161^{min}$ für 33 Seemeilen ergibt; k = 16 Meter würde $33\,\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = 200^{min}$ ergeben — beobachtet wird $+\,187^{min}$.

Noch ein zweites Beispiel möge berechnet werden, nämlich die Differenz der Hafenzeiten zwischen Dungeness und Beachey Head, die oben $= -\,38^{min}$ gefunden wurde. Da wir es hier aber mit 3 Wellen zu tun haben, nämlich mit der Kanalwelle (Index 1), der Nordseewelle (Index 2) und der reflektierten Kanalwelle (Index 3), so muß die Formel (16), welche nur zwei Wellen berücksichtigt, ergänzt werden. Man erhält für drei Wellen leicht den Ausdruck:

$$(29)\quad \frac{d\,t_m}{d\,x} = \frac{1}{n}\,\frac{H_1^2 a_1 + H_2^2 a_2 + H_3^2 a_3 + H_1 H_2 (a_1 + a_2)\cos p + H_1 H_3 (a_1 + a_3)\cos p' + H_2 H_3 (a_2 + a_3)\cos p''}{H_1^2 + H_2^2 + H_3^2 + 2 H_1 H_2 \cos p + 2 H_1 H_3 \cos p' + 2 H_2 H_3 \cos p''}$$

worin p = Phasenunterschied zwischen Kanal- und Nordseewelle, p' = Phasenunterschied zwischen Kanal- und refl. Kanalwelle und p'' = Phasenunterschied zwischen Nordsee- und refl. Kanalwelle bedeutet. Wir haben hier zu setzen: $H_1 = 3.57$, $H_2 = 2.77$, $H_3 = 3.57$, ferner ist[1]) $\alpha_1 = 55°$, $\alpha_2 = 235°$, $\alpha_3 = 290°$, $\beta = 90°$ und $p = 0°$, $p' = 60°$, $p'' = 60°$, womit man erhält:

$$\frac{d\,t_m}{d\,\beta} = -\,\frac{745^m}{\lambda}\cdot\frac{17.30}{75.57} = -\,\frac{745^m}{\lambda}\,0.229.$$

Wird entsprechend einer Wassertiefe von k = 16 Meter, $\lambda = 302$ Seemeilen gesetzt, so wird $\frac{d\,t}{d\,\beta} = -\,0.506^m$ pro Seemeile und für 29 Seemeilen $29\,\frac{d\,t}{d\,\beta} = -\,16.4^m$, während -38^m beobachtet werden.

[1]) Die Werte für α_1 und α_2 sind die Mittel aus den Fortpflanzungsrichtungen der Wellen im Kanal und in der Straße von Dover, entsprechend der Bemerkung zu dem für die Linie gleichen Phasenunterschiedes Hastings—Tréport abgeleiteten Wert. Für die reflektierte Kanalwelle α_3, ist der sich aus der Fortpflanzungsrichtung der Welle im Kanal (70°) ergebende Wert angesetzt.

Digitized by Google

Die Übereinstimmung ist ganz leidlich, namentlich wenn man bedenkt, daß es eigentlich nicht ganz zulässig ist für etwas entfernt voneinander liegende Orte das für ungefähr die Mitte zwischen beiden gefundene $\frac{d\,t_m}{d\,\beta}$ mit dem Abstande derselben zu multiplizieren, weil der Phasenunterschied der Wellen sich auf der Strecke sehr erheblich ändern kann und ändern wird, als erste Annäherung jedoch kann man sich hiermit begnügen.

Zum Schluß mögen noch einige der oben für die Strömungsvorgänge aufgestellten Ausdrücke an den Ergebnissen der Beobachtung geprüft werden.

Aus Formel (19) geht hervor, daß, in dem Falle, wo die Wellen sich in entgegengesetzten Richtungen fortpflanzen, die Gezeitenströmung aus zwei entgegengesetzten Richtungen läuft mit kurzer Stromstille vor jedem Wechsel, sie lehrt aber auch, daß der stärkste Strom mit dem kleinsten Tidenhub, der schwächste mit dem größten Tidenhub zusammenfällt. Die Richtung der Strömung stimmt mit der Fortpflanzungsrichtung der Wellen überein. Wir haben nun gesehen, daß im Englischen Kanal diese Verhältnisse vorhanden sind und können daher erwarten, daß wir dort nun auch die durch die Formel verlangten Vorgänge finden werden. Dies ist auch in der Tat der Fall. Was zuerst die Richtung der Strömung anlangt, so ist sie durchweg ONO und WSW, was einem α_1 und $180° + \alpha_1$ von 70° und 250° sehr gut entspricht. Ferner entnehmen wir den englischen Tide-tables folgende Maximal-Stromgeschwindigkeiten in verschiedenen Teilen des Gebiets:

$p = 0°$:	W. von Ouessant—Landsend:	1½ Kn.	Compartment	VI Scilly.
$p = 180°$: {	Casquet—Ouessant:	2½ «	«	II östl. Teil.
	Nahe St. Albans Head:	3—3¼ «	«	III Mitte.
$p = 0°$:	Varne-Feuerschiff:	1½—2½ «	«	VI
$p = 180°$:	Etwa bei Yarmouth:	2½—3 «	«	X NW-Viertel.

Wie man sieht, ist der Gang dieser Zahlen in vollkommener Übereinstimmung mit der theoretischen Forderung.

Außerhalb Ouessant—Landsend verlaufen die Wellen wegen des Eintretens der ozeanischen Welle in die Bucht von Biscaya nicht mehr in entgegengesetzten Richtungen, wir haben daher dort rotatorische Strömungen zu erwarten, was auch die Beobachtungen bestätigen.

Nach dem, was oben über die Höhenverhältnisse der beiden Wellen gesagt ist, darf man erwarten, daß etwa in der Breite der Themsemündung die Kanal- und die Nordseewelle einander in Höhe gleich sein werden. Zugleich ist dies der Ort, wo voraussichtlich ihr Phasenunterschied $p = 90°$ ist, und es ist wegen der seitlichen Ausbreitung beider Wellen in den breiten Trichter der Themsemündung als sehr wahrscheinlich anzunehmen, daß sie sich hier unter einem Winkel von 90° treffen, es sind daher die Bedingungen für den in Formel (22) und (22a) behandelten Fall erfüllt, man kann daher eine kreisende Strömung ohne Wechsel der Stärke erwarten. In den Tide-tables (z. B. für 1891[1]) finden wir nun folgende Angaben für den Strom in einem Punkte »5 miles north of North Foreland«, bezogen auf die Gezeit in Dover:

1^h nach H-W.:	NWzN	1¾ Knoten.		5^h vor H-W.:	SOzS	1¼ Knoten.
2 « «	Nördlich	1¼ «		4 « «	Südlich	1½ «
3 « «	NO	1¼ «		3 « «	SWzS	1½ «
4 « «	OzS	1½ «		2 « «	SW	1¾ «
5 « «	OzS	1½ «		1 « «	SWzW	1½ «
6 « «	SOzO	1½ «				

Dies entspricht vollkommen den durch die Formeln (22) und 22a, b) ausgedrückten theoretischen Ergebnissen. Es ist natürlich, daß so spezielle Bedingungen wie sie für das Zustandekommen dieser Erscheinung erfordert werden,

[1]) In den neueren Tide-tables sind die Angaben für den Punkt 5 miles nördlich von North Foreland weggelassen und dafür die für das Feuerschiff Tongue eingefügt.

Digitized by Google

nur auf einem sehr eng begrenzten Gebiete erfüllt sein können, und wir finden in der Themsemündung daher nur noch bei den nicht fern von diesem Punkt liegenden Feuerschiffen Tongue und Girdler, besonders bei dem erstgenannten, welches dem Punkte am nächsten liegt, einen Stromwechsel ähnlicher, aber bei weitem nicht so ausgeprägter Art; wohl aber finden sich auch anderswo Andeutungen davon, daß der Strom nicht ohne Übergang aus einer Hauptrichtung in die andere übergeführt wird, wenn auch eine Stromstille (slack-water) angegeben wird.

Ein anderer Spezialfall ist durch Formel (23) gegeben, und auch für diesen findet sich eine Beobachtung. Bei seinen Vermessungsarbeiten in der Nordsee fand Kapt. Hewett R. N. in 52° 27.5′ N-Br. und 3° 14.5′ O-Lg. v. Gr.[1]) einen Punkt, wo er (von dem »auf einem kleinen Hügel« verankerten Schiffe aus) keinen Tidenhub wahrnehmen konnte, wohl aber einen kräftigen Strom, der abwechselnd nach magnetisch NO und SW setzte, beobachtete. Wird dieser Punkt auf der Karte abgesetzt, so sieht man, daß derselbe etwas südlich von der Linie Texel—Yarmouth liegt und wahrscheinlich die heute sogenannte »braune Bank« (brown ridge) ist. Hier ist nach unserer Annahme $p = 180°$ anzunehmen, und da an der englischen Küste die Nordseewelle, an der holländischen aber die Kanalwelle die höhere ist, so muß es zwischen beiden Küsten, und zwar höchstwahrscheinlich ungefähr in der Mitte zwischen beiden einen Punkt geben, wo beide Wellen in Höhe einander gleich sind. Die Bedingungen der Formel (23) sind demnach durch die Lage der braunen Bank erfüllt, und die Beobachtung des Kapt. Hewett entspricht vollkommen dem, was die Formel verlangt. Auch die Stromrichtung ergibt sich mit Hilfe unserer Annahmen sehr nahe übereinstimmend mit der Beobachtung des Kapt. Hewett. Wir haben oben gesagt, daß die Fortpflanzungsrichtung der Nordseewelle allmählich in die der Straße von Dover übergeführt werden würde; man wird daher berechtigt sein, für die Gegend der braunen Bank eine Fortpflanzungsrichtung von $\alpha_2 = 170°$ anstatt der 130° in der freien See anzunehmen, und da $\alpha_1 = 40°$ ist, so wird $\varepsilon = 90° + \frac{1}{2}(170° + 40°) = 195°$ und $= 15°$. Dies ist aber das von geographisch Nord gerechnete Azimut, während Kapt. Hewetts Beobachtung das magnetische Azimut der Strömung gibt. Die magnetische Deklination war aber zur Zeit der Beobachtung (Ende der 1820er Jahre) = 23° W, um welchen Betrag das geographische Azimut zu vergrößern ist, um das magnetische zu erhalten. Die Stromrichtungen ergeben sich also = 218° und 38°, was sehr gut mit Kapt. Hewetts Angabe (225° und 45°) übereinstimmt.

Südwestlich von der Insel Man im Irischen Kanal ist ein begrenztes Gebiet nachgewiesen, in dem, trotz hohen Tidenhubs (4.9—6.0 Meter), zu keiner Zeit eine Gezeitenströmung auftritt. Nach Formel (21) kann dieser Fall eintreten, wenn die 3 Bedingungen: $H_1 = H_2$, $\alpha_2 = \alpha_1 + 180°$ und $p = 0°$ erfüllt sind, während Formel (12) ergibt, daß für $p = 0°$ der Tidenhub seinen größten Wert $2(H_1 + H_2)$ oder von $4 H_1$, wenn $H_1 = H_2$ ist, erreicht. Aus Gründen, welche in der Abhandlung über die Gezeiten des Irischen Kanals (Annalen 1894) dargelegt sind, kann angenommen werden, daß die genannten 3 Bedingungen in dieser Gegend erfüllt sind, und so läßt sich auch diese auffällige Erscheinung als einfache Folge der Kreuzung zweier Wellen nachweisen.

Es wurde schon oben bemerkt, daß man im allgemeinen, wenn zwei Wellen sich unter einem Winkel kreuzen, rotatorische Strömungen zu erwarten habe, deren Richtungsänderung und Stärke von dem Winkel, unter dem sie sich schneiden, und dem Phasenunterschied, unter dem sie an dem Beobachtungsort zusammentreffen, abhängen. Dies wird auch überall dort, wo nicht besondere Verhältnisse (wie entgegengesetzte Fortpflanzungsrichtungen) eintreten, bestätigt. Erwähnt wurde schon, daß westlich der Linie Ouessant—Landsend Drehströmung aufträte, wir fügen hier hinzu, daß auch bei den Feuerschiffen an der belgisch-

[1]) Die Länge stimmt mit derjenigen der braunen Bank überein, dagegen ist die Breite der letzteren im Mittel etwa 13′ größer, als oben angegeben; es erscheint aber doch sehr wahrscheinlich, daß diese Bank der Beobachtungsort von Kapt. Hewett war, weil sonst keine andere Erhebung in der Nähe ist. Obige Position ist in Airys »Tides and waves«, Art. 528, gegeben.

Digitized by Google

holländischen Küste solche beobachtet wird, und daß sie in der freien Nordsee ebenfalls durchweg vorhanden zu sein scheint. Es wird wohl unnötig sein, dies durch Anführung der beobachteten Stromrichtungen an verschiedenen Plätzen zu belegen; es möge genügen, auf die deutschen Gezeitentafeln, die englischen Tide-tables sowie auf die Spezialuntersuchungen in den von niederländischen Autoren verfaßten Abhandlungen: De Stroomen op de nederlandsche Kust, und v. d. Stok: Études des phénomènes des marées sur les côtes néerlandaises II, zu verweisen.

Endlich wären noch die Beziehungen zwischen der Zeit des Stromwechsels und der der Extremphasen, welche durch die Formel (27) und die daran geknüpften Bemerkungen dargestellt werden, an Vorgängen der Natur zu prüfen. Diese Beziehungen sind wichtig für die Erklärung der eigentümlichen Strömungserscheinungen südlich von der Insel Wight und im Irischen Kanal, welche dadurch als Folgen des Vorhandenseins zweier Wellen nachgewiesen werden können. Es ist dazu nur notwendig, daß die der Änderung des Phasenunterschiedes der beiden Wellen entsprechende Änderung des Zeitunterschiedes zwischen Stromwechsel und folgender Extremphase (27) der Änderung der Hochwasserzeit von Ort zu Ort gleich, d. h. daß $\frac{d(t_m - t_0)}{dp} = \frac{d t_m}{d \beta}$ sei. Im Irischen Kanal, wo dieselbe Erscheinung in noch ausgedehnterem Maße auftritt, kommt noch hinzu, daß für $p = 0°$ auf der Linie Morecambe Bay — Cranfield point auch $H_1 = H_2$ ist. Verfasser glaubt aber hier davon absehen zu können dies weiter auszuführen, weil dies in den über die Strömungen in den genannten Gewässern von ihm veröffentlichten Abhandlungen[1]) ausführlich geschehen ist und dazu nichts Wesentliches hinzuzufügen ist.

Schwingungsbeobachtungen mit der Horizontalnadel auf See.

Zusammenstellung der Erfahrungen auf der deutschen Südpolar-Expedition.

Von Dr. Fr. Bidlingmaier.

Die deutsche Südpolar-Expedition ist die erste der großen magnetischen Forschungsreisen gewesen, welche die magnetischen Elemente auf See grundsätzlich nach mindestens zwei verschiedenen Methoden und mit zwei verschiedenartigen Instrumenten beobachtet hat. Im Band V des deutschen Südpolarwerkes: »Erdmagnetismus I«, dessen 2. Heft: »Die Grundlagen« soeben im Drucke ist (Georg Reimer, Berlin), wird ausgeführt, wie es auf diese Weise gelungen ist, systematische Beobachtungsfehler zu erkennen und ein klares Bild von der Zuverlässigkeit der Beobachtungsresultate zu bekommen.

Im folgenden berichten wir über unsere Beobachtungen der Schwingungsdauer der Horizontalnadel an Bord, einmal weil diese Methode auch in der Praxis der Deviationsbestimmungen zur Bestimmung der Größe λ verwandt wird, insbesondere aber, um zu weiteren Untersuchungen über die Brauchbarkeit dieser Methode anzuregen. Es erscheint nämlich keineswegs aussichtslos, dieselbe auch an Bord so weit auszubilden, daß sie, wie bei den absoluten H-Bestimmungen an Land, dazu dienen kann, das magnetische Moment der benutzten Magnete zu eliminieren.

Wie im Kapitel »Schiffseisen« der »Grundlagen« des näheren mitgeteilt ist, wurden die Deviationskoeffizienten $\mathfrak{A}$ λ, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{E}$ auf unseren verschiedenen Deviationsstationen auf sehr verschiedene Weise bestimmt:

einmal aus Deklinationsbeobachtungen, und zwar
mit dem Normalkompaß (N. K.), oder
mit dem Deviations-Magnetometer (D. M.)

---

[1]) Siehe die eingangs angeführten Abhandlungen in den »Ann. d. Hydr. usw.« 1894 und 1898.

Digitized by Google

sowie aus H-Beobachtungen, und zwar
mit dem Lloyd-Creak-Apparat (L. C.),
aus Totalintensität und Inklination (T und i),
oder mit D. M.
aus Ablenkungen, oder
aus T und i, oder endlich
aus der Schwingungsdauer der Horizontalnadel.

Es zeigte sich, daß die aus Schwingungsdauer-Beobachtungen abgeleiteten Werte besonders stark von den übrigen abwichen, daß diese Methode also an Bord bei dem üblichen Beobachtungsverfahren mit systematischen Fehlern behaftet ist.

Unsere Beobachtungen erstreckten sich auf die Zeit zwischen August 1901 (Kiel) und Januar 1902 (Kerguelen); von da ab wurden sie wegen ihrer starken Abweichungen nicht mehr weiter durchgeführt. Mit zwei Ausnahmen, wo die schwere Rose des Normalkompasses (»N. K.«) zu Schwingungsdauer-Beobachtungen verwendet wurde, war es die sehr viel leichtere und beweglichere Nadel von D. M., die hierbei Verwendung fand.

Die Beobachtungen wurden immer möglichst in gleicher Weise angestellt: sie wurden begonnen bei einem Ausschlag von etwa 50° (von der Mittellage aus) und beendet bei einem solchen von etwa 10°; bei D. M. wurde jeder dritte, bei N. K. jeder Durchgang beobachtet. Zwischen Anfangs- und Endschwingung fielen bei D. M. an Land im Durchschnitt 45, an Bord 54, bei N. K. an Bord 20 Durchgänge. Aus den Zeitmitteln wurde dann (H′ : H) ohne weitere Korrektion aus der Beziehung abgeleitet:

$$\frac{H'}{H} = \frac{\sec^2}{\sec'^2}.$$

Wir bemerken, daß hier wie später alle an Bord beobachteten Größen zum Unterschied von den entsprechenden an Land beobachteten mit Index versehen sind.

Die Ergebnisse trennen wir in zwei Teile und vergleichen zuerst die **Schwingungen an Bord im Verhältnis zu den Schwingungen an Land**, indem wir den Mittelwert des obigen Quotienten aus acht äquidistanten Kursen zusammenstellen mit dem entsprechenden Mittelwert, der aus T- und i-Beobachtungen gewonnen und als normal anzusehen ist:

Ort	$\frac{H'}{H}$ aus $\frac{\sec^2}{\sec'^2}$	$\frac{H'}{H}$ normal	Instr.	Differenz Promille
Kiel	0.996	1.016	L. C.	— 20
São Vicente . . .	.998	.017	L. C.	— 19
Kapstadt	.992	.015	D. M.	23
Kerguelen	.988	.008	D. M.	— 20

Die (H′ : H) Werte aus Schwingungen sind sämtlich um die gleiche Größe, um 2‰, zu klein, oder: die Schwingungsdauer fällt an Bord prinzipiell zu groß aus, wenn an Land und an Bord innerhalb der gleichen Anfangs- und Endamplituden beobachtet wird. Dabei ist der Seegang bzw. die Stärke der Schiffsbewegung, wie es scheint, ohne besonderen Einfluß; denn bei Kiel und Kapstadt war die See fast ganz ruhig, während bei São Vicente und Kerguelen schwerer Seegang herrschte.

Die Erklärung liegt in dem verschiedenartigen Ablauf der Schwingungen an Bord, verglichen mit denjenigen an Land, worauf schon die verschiedene Anzahl der Durchgänge zwischen denselben Grenzen hinweist. Des näheren wird der Sachverhalt folgender sein: die Nadel ist an Bord viel beweglicher als an Land, weil außer dem konstanten Erdfeld fortwährend wechselnde, kleine Impulse wirken, die sich aber in ihrer Gesamtheit aufheben. Obwohl nun die Grenzamplituden an Land und an Bord gleich genommen sind, werden doch

Digitized by Google

die mittleren Amplituden erheblich verschieden sein. Danach läge der Grund unserer Differenz lediglich in der unvollkommenen Elimination des Einflusses der Schwingungsweite auf die Schwingungsdauer. (Daß die geringe Verschiedenheit des Dämpfungsverhältnisses nicht in Betracht kommt, mag man leicht aus den mitgeteilten Daten nachweisen.)

Bezeichnen wir mit τ die beobachtete, mit τ_0 die auf unendlich kleinen Bogen reduzierte Schwingungsdauer und mit α bzw. α' den Ausschlag von der Mittellage aus an Land bzw. an Bord, so ist bekanntlich:

$$\tau = \tau_0 \left(1 + \tfrac{1}{4}\sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha + \tfrac{9}{64}\sin^4 \tfrac{1}{2}\alpha \text{ usw.}\right)$$

Wir können also setzen:

$$\frac{H'}{H} = \frac{\tau^2 \left(1 + \frac{1}{4}\sin^2 \frac{1}{2}\alpha' + \frac{9}{64}\sin^4 \frac{1}{2}\alpha'\right)^2}{\tau'^2 \left(1 + \frac{1}{4}\sin^2 \frac{1}{2}\alpha + \frac{9}{64}\sin^4 \frac{1}{2}\alpha\right)^2} = \frac{\tau^2}{\tau'^2} \cdot \frac{1 + \frac{1}{2}\sin^2 \frac{1}{2}\alpha' + \frac{11}{32}\sin^4 \frac{1}{2}\alpha'}{1 + \frac{1}{2}\sin^2 \frac{1}{2}\alpha + \frac{11}{32}\sin^4 \frac{1}{2}\alpha}.$$

Wenn wir den Korrektionsfaktor gar nicht berücksichtigen, wie bei unseren obigen Berechnungen, dann muß (H' : H) natürlich zu klein ausfallen, da α' jedenfalls $> \alpha$ ist.

Der obige Betrag von 2% wird vollkommen erklärt, wenn wir die mittlere Amplitude an Bord zu 30°, diejenige an Land zu 20° annehmen. Man wird künftig außer den Durchgangszeiten auch die Umkehrpunkte beobachten müssen.

Zur Vergleichung der Schwingungen auf den verschiedenen Kursen an Bord untereinander verwenden wir am besten diejenigen Größen, welche im wesentlichen den Beobachtungsdifferenzen der verschiedenen Kurse ihre Entstehung verdanken, nämlich die Drehungskoeffizienten 𝔅, ℭ, 𝔇, 𝔈, indem wir wieder die aus unseren Schwingungsbeobachtungen ermittelten Werte mit den normalen, nach andern Methoden bestimmten und durch Rechnung ausgeglichenen Werten zusammenstellen: die Werte sind sämtlich in 10^{-3} Einheiten angegeben; die Angabe »Instr.« bezieht sich auf das Instrument, welches die normalen Werte geliefert hat.

Ort	Instr.	𝔅			ℭ			𝔇			𝔈		
		sec	normal	Diff.	sec	normal	Diff.	sec	normal	Diff.	sec	normal	Diff.
Kiel 1900	L. C.	−48	−42	−6	+5	+11	−6	+21	+26	−5	−2	−1	−1
São Vicente	L. C.	−31	−19	−12	+3	+6	−3	+20	+26	−6	−4	−1	−3
auf See 7. X.	N. K.	+4	−10	+14	−25	+3	−28	+31	+26	+5	+21	−1	+22
« « 24. X.	N. K.	−11	−7	−4	−11	+5	−16	+41	+26	+15	−10	−1	−9
« « 30. X.	D. M.	+10	−6	+16	+13	+5	+8	+27	+26	+1	−39	−1	−38
Kapstadt	D. M.	+4	0	+4	−1	+4	−5	+29	+26	+3	−10	−1	−9
Kerguelen	D. M.	+24	+9	+15	+6	+4	+2	+26	+26	0	−7	−1	−6
Mittlere Differenz algebraisch				+4			−7			+2			−6
« « absoluter Betrag				10			10			5			13

Man sieht, daß die Abweichungen im Mittel sich auf einige Promille beschränken, im einzelnen jedoch zum Teil erhebliche Beträge erreichen. Die Abweichungen der Drehungskoeffizienten von den normalen sind wohl dadurch verursacht, daß der systematische Fehler der Schwingungsdauer auf den verschiedenen Kursen verschieden ausfällt, daß nämlich die mittlere Amplitude bei gleichen Grenzamplituden vom Kurse abhängig ist. Aus dem absoluten Betrag der Abweichungen, den wir als Maß der Unsicherheit ansehen können, scheint hervorzugehen, daß die Schwingungsbeobachtungen auf den Hauptkursen N, O, S und W weniger gestört sind als auf den Zwischenkursen NO, SO, SW, NW. Die geringste mittlere Abweichung hat 𝔇, das nur aus Hauptkursen, die größte 𝔈, das nur aus Zwischenkursen abgeleitet ist; dazwischen liegen die gleich stark gestörten Werte 𝔅 und ℭ, die zum Teil von Hauptkursen, zum Teil von Zwischenkursen herrühren.

Überblicken wir das Ganze, so können wir sagen, daß die zum Teil erheblichen Störungen der Schwingungsbeobachtungen an Bord der Nichtberücksichtigung

des Ablaufs der Schwingungen im einzelnen zuzuschreiben sind und daß dieselben künftig wohl dadurch vermieden werden können, daß man außer den Durchgangszeiten noch die Umkehrpunkte beobachtet. Die Untersuchung ergab ausgesprochene Gesetzmäßigkeiten, so daß die Aussicht besteht, die Schwingungsbeobachtungen an Bord zu einer wissenschaftlich brauchbaren Methode der H-Bestimmung auszubauen. Nimmt man dazu Ablenkungsbeobachtungen, etwa mit Hilfe des Doppelkompasses, so hätten wir damit die längst erwünschte Lösung der Aufgabe gewonnen, aus den Intensitätsbeobachtungen auf See den unsicheren Gang des magnetischen Moments einwandsfrei auszuschalten. Daß und warum der Lloyd-Creak-Apparat, welcher dasselbe Ziel anstrebt, dies nicht in befriedigender Weise erreicht, wird in dem Abschnitt »Intensität« des oben genannten Südpolarwerkes nachgewiesen.

Moderne Nautik in Theorie und Praxis.

Von **Joseph Krauß**, Lehrer an der Navigationsschule in Lübeck.

Eines der interessantesten Kapitel der Geschichte der Nautik ist dasjenige, das sich mit der Betrachtung der jeweiligen, wechselseitigen Beziehungen zwischen Theorie und Praxis befaßt. Hier bedarf der Forscher seines feinsten Instinktes, um nur mit einiger Sicherheit immer zeigen zu können, wo es die Praxis war, die die Theorie befruchtete, und wo anderseits die Theorie der Praxis reife Früchte schenkte. Gar oft wird er erkennen, wie die Theorie so manche wertvolle Anregung der Praxis unbeachtet ließ oder erst nach langer Zeit, nachdem sie ihr vielleicht wiederholt entgegengebracht wurde, aufgriff, um dann ungeahnt ausbaufähige Gedanken darin zu entdecken. Oft wird er aber auch sehen, wie so manche Theorie, wohlbegründet und mit allen Kräften angepriesen, von der Praxis solange mit Mißtrauen betrachtet wurde, bis sie schließlich eines kümmerlichen Todes starb. Manchmal erwachte dann eine solche totgeglaubte Theorie nach Jahrzehnten zu neuem Leben und feierte in neuer Form große Triumphe. Und er wird auch erkennen, wie sich manchmal die Praxis in Widerspruch zur Theorie setzte und bald die eine, bald die andere zuletzt recht behielt.

Bei diesen Fragen handelte und handelt es sich natürlich in allen Fällen immer um die »moderne« Nautik. Es gab eine »moderne« Navigation zu den Zeiten Heinrichs des Seefahrers wie in der Gegenwart, und hundert Jahre weiter wird vielleicht unter der Herrschaft des elektrischen Funkens und seiner genialsten Verwendung im Dienste der Schiffahrt unsere »moderne« Navigation den Nautikern recht ehrwürdig und alt vorkommen.

Es soll hier versucht werden, für die Gegenwart an einigen Tatsachen dieses wechselseitige Verhältnis zwischen Theorie und Praxis der nautischen Wissenschaft zu beleuchten und vor allem an einigen markanten Beispielen zu zeigen, wo beide divergieren und anscheinend wenig voneinander lernen wollen. Dazu ist aber vor allem eine für unsere Zwecke passende Definition der Begriffe »Theorie« und »Praxis« notwendig.

Ich will mich, um nicht ins Endlose zu geraten, bei meinen Untersuchungen auf die »astronomische Nautik«, ein kleines Sondergebiet der Steuermannskunst, beschränken. Es gibt zweifellos in der Steuermannskunst Disziplinen (z. B. Deviationslehre), die sich für eine derartige Untersuchung fruchtbarer erweisen, aber dafür lassen sie dann die Beziehungen wieder nicht in so deutlichen Umrissen erkennen.

Dies voraussetzend, wollen wir unter »Praxis« alle an Bord unserer Handelsschiffe tatsächlich angewandten Methoden der astronomischen Ortsbestimmung verstehen, und damit die Praxis nicht allzu kümmerlich der Theorie gegenübersteht, soll unseren Untersuchungen die an Bord der Schnell- und Passagierdampfer unserer größten Reedereien übliche Navigation, bei welcher

alle modernen Ideen und Errungenschaften immer noch am schnellsten und leichtesten Eingang finden, zugrunde gelegt werden.

Bedeutend schwieriger ist es schon »Theorie« zu definieren. Im allgemeinen versteht der Seefahrer heutzutage unter Theorie alles das, was er in der Navigationsschule gelernt hat und in der Praxis nicht sinnfällig anwendet. Auch wir müssen, wollen wir die Grenze nicht in allzu weite Fernen entweichen sehen, uns darauf beschränken, unter »Theorie« alle diejenigen Methoden und Formen der nautischen Rechnungen zu verstehen, wie sie in den deutschen Lehrbüchern der Nautik (Albrecht-Vierow, Bolte und Breusing) den Seeleuten zum Gebrauche empfohlen werden. Eine mit dieser Erklärung beinahe identische Fassung des Begriffs »Theorie« erhalten wir, wenn wir darunter die ganze astronomische Nautik verstehen wollen, wie sie und soweit sie in den Prüfungsvorschriften von den angehenden Steuerleuten und Schiffern verlangt wird. Diese Vorschriften sind gleichsam eine Liste der vom Reiche für den Seemann offiziell als notwendig und nützlich erachteten theoretischen Kenntnisse. Die Übereinstimmung der Lehrbücher unter sich und mit den Prüfungsvorschriften ist in allen wesentlichen Fragen vollständig. In weiterem Sinne könnte man unter »Theorie« hier vielleicht auch noch die Tendenz verstehen, nach der die astronomische Nautik von den Mutterwissenschaften ausgebaut wird und die für Deutschland ihr Ausdrucksmittel in den »Annalen der Hydrographie usw.« und in geringerem Maße auch noch zeitweise in der »Marine-Rundschau« und »Hansa« findet.

Der Einfluß der Marine-Navigation auf die Navigation der Handelsschiffe soll hier nicht weiter in Betracht gezogen werden. Ihr Einfluß auf die Theorie ist erwiesen, der auf die Praxis aber nur schwer festzustellen.

Seitdem Kapitän Sumner 1837 durch einen Zufall die astronomische Standlinie entdeckte und seine Theorie in den darauffolgenden Jahren durch verschiedene Gelehrte weiter durchgebildet und ihre große Bedeutung dargelegt wurde, ist die Standlinientheorie langsam und in bescheidenen Grenzen Gemeingut der Seeleute geworden und wird heute ganz allgemein als »die moderne Navigation« bezeichnet. Überblickt man die nautischen Fachzeitschriften Deutschlands der letzten zwanzig Jahre, so fällt einem die Summe von Fleiß und Scharfsinn auf, die auf die weite Ausgestaltung dieser Theorie und vor allem des Hauptproblems derselben, der »Bestimmung des Schiffsortes aus zwei oder mehreren Gestirnshöhen« verwendet wurde. In dem Vordergrund aller Bemühungen steht dabei seit etwa zwölf Jahren die sogenannte Höhenmethode, die tatsächlich so elegant ist, daß fast dadurch allein schon ihr französischer Ursprung bewiesen wird. Die Theorie lehrt seit Jahren die unbedingte Überlegenheit der Höhenmethode (schon wegen des uniformen Rechnungsverfahrens) über alle älteren Methoden, und in den meisten Schulen wie auch in den verschiedenen Lehrbüchern beherrscht sie das Feld.

Ganz anders sieht es damit aber in der Praxis aus. Abgesehen davon, daß eine Kombination mehrerer Standlinien in der Praxis im allgemeinen immer schon einen Notfall oder eine gewisse Liebhaberei dafür voraussetzt, wird derjenige Kapitän oder Steuermann, der nur nach Marcq St. Hilaire rechnet, wohl in kürzester Zeit den vieldeutigen Ruf eines »kolossalen Navigateurs« erhalten. Daß in der praktischen Navigation das Zweihöhen-Problem tatsächlich viel seltener vorkommt als der Theoretiker vermutet, liegt zum größten Teil wohl in dem begründeten Mißtrauen der Seeleute gegen Stern- und Mondbeobachtungen. Und wenn der Navigateur zwei oder mehrere Sonnenbeobachtungen hat, so weiß er sie nach der Längen- oder Breitenmethode schneller auszunützen, als es ihm die Höhenmethode, die immer ein wenn auch nicht unbekanntes, so doch ungewohntes Rechenschema verlangt, gestatten würde. Die Theoretiker wurden durch die Eleganz der Lösung von der Höhenmethode bestochen, obwohl sie selbst zugeben, daß dieselbe an Kürze und Einfachheit von der Längenmethode übertroffen wird. Der Seemann, der täglich damit arbeiten muß, zieht diese letzteren Eigenschaften aber der Eleganz vor.

In der Praxis ist, im Gegensatze zur Schulnavigation, die Chronometerlänge nie mit dem etwaigen Resultate: 29° 15′ W beendet, sondern es wird dann

stets noch die errechnete Länge mit der Bestecklänge (im Augenblicke der Beobachtung) verglichen. Diese letztere mag auf unserem im Nordatlantischen Ozean auf westlichem Kurse segelnden Dampfer 29° 6′ W sein. Die nun durch Vergleich erhaltenen 9′ W sind der einzige Wert, der den Navigateur interessiert. Man stelle sich vor: Der wachhabende Steuermann hat gegen sieben Uhr morgens eine Sonnenhöhe genommen und daraus die Länge 29° 15′ W berechnet. Gegen neun Uhr kommt der Kapitän auf die Brücke und frägt: »was gab die Länge?« Jeder Nautiker wird fühlen, daß die Antwort »29° 15′ W« kaum besser wie gar keine Antwort ist, während die Antwort »9′ W« eine Reihe von Überlegungen und Schlußfolgerungen zuläßt, wie sie sich eben direkt aus dem Grundbegriffe der Standlinie ergeben, und auf die ich hier deshalb auch nicht weiter eingehen will. Hatte man zufälligerweise vor Sonnenaufgang aus einer Nordsternbreite sein $\Delta\varphi$ (Unterschied zwischen gegißter Breite und wahrer Breite) erhalten oder war die Höhe im I. Vertikal gemessen worden, so weiß man jetzt ohne jede weitere Rechnung, ob das astronomische Besteck dem gegißten Besteck tatsächlich voraus ist oder nicht.

Auf allen gut navigierten Schiffen bleibt es aber nun nicht bei dieser einen Länge, die hier der I. Offizier auf der Morgenwache genommen haben mag. Es schließt sich daran immer noch eine zweite Chronometerlänge, die der II. Offizier auf seiner Vormittagwache nimmt, und in den meisten Fällen wohl auch noch eine Chronometerlänge des Kapitäns. Die absoluten Werte, die aus diesen drei Beobachtungen resultieren, sagen nun ohne komplizierte Rechnung dem Navigateur gar nichts. Nach den gebräuchlichen Standlinienmethoden sind sie ohne Umrechnung überhaupt nicht und wegen der geringen Azimutalunterschiede oft nur schlecht zu verwerten. Da behilft sich die Praxis eben wieder mit den vorhin erwähnten Werten. Angenommen diese drei in unbestimmten Zwischenräumen und bei beliebiger Geschwindigkeit des Schiffes angestellten Beobachtungen hätten die Werte 9′ W, 24′ W und 30′ W, also ein zunehmendes West, ergeben. Der Einfachheit wegen möge angenommen werden, daß die erste Beobachtung dem I. Vertikal am nächsten gelegen war. Es folgt dann ohne weiteres daraus das für den Schiffer wichtige Resultat, daß sich das Schiff nördlicher befindet, als sein Besteck sagt, gleichgültig ob das Schiff östliche oder westliche Kurse steuerte. Zunehmendes West (Ost) bedingt eine nördliche (südliche) Breitenberichtigung; abnehmendes West (Ost) eine südliche (nördliche) Breitenberichtigung. Da nachmittags meistens die letzte Höhe die Vertikalhöhe sein wird, gilt für nachmittags dieselbe Regel. Zwei Beobachtungen genügen für diese Überlegung natürlich.

Gilt es nun mittags auf einer bestimmten Breite zu sein, wie es z. B. auf unseren Schnelldampfern mit ihren vereinbarten Routen erwünscht ist, so kann der Kapitän in den nächsten Stunden nur ein paar Grad nördlicher oder südlicher steuern lassen und das Mittagsbesteck fällt wieder genau in den vorgeschriebenen Track. Betont soll nochmals werden, daß zu diesen Überlegungen nur zwei Chronometerlängen nötig sind, die unabhängig voneinander sofort ausgerechnet werden.

Es ergibt sich nun von selbst, wie man aus zwei so erhaltenen Werten die Breiten- und Längenberichtigung numerisch errechnet. Ein Beispiel möge es übrigens kurz zeigen: (Ich exemplifiziere hier absichtlich immer an dem in der Praxis wichtigsten Fall: ein Dampfer im Nordatlantischen Ozean und Sonnenbeobachtungen.)

Auf einem Schiffe wurden auf ungefähr 57° N nachmittags zwei Sonnenhöhen beobachtet, deren jede eine sofort als Länge mit der jeweiligen gegißten Breite berechnet wurde. Die I. Beobachtung im Azimut S 27° W ergab 18′ W ($= u_1$); die II. Beobachtung im Azimut S 62° W ergab 37′ W ($= u_2$).

Man hat nach bekannten Formeln:

$$(\pm u_1 \pm \pm u_2) : (p_1 \pm p_2) = \Delta\varphi \text{ und } \left.\begin{matrix} \pm u_1 \pm p_1 \cdot \Delta\varphi \\ \text{oder } \pm u_2 \pm p_2 \cdot \Delta\varphi \end{matrix}\right| = \Delta\lambda.$$

$$\begin{array}{llll} u_1 = -18' & p_1 = 3.45 & & \\ u_2 = -37' & p_2 = 0.98 & & 18' + 3.45 \cdot 7.7' = 44' \text{ W} \\ \hline \quad 19' : & \quad 2.47 & = 7.7' \text{ N} & 37' + 0.98 \cdot 7.7' = 44' \text{ W.} \end{array}$$

Die an das gegißte Besteck anzubringende Berichtigung ist 8′ N und 44′ W.

Es ist merkwürdig, daß weder unsere neuen Lehrbücher der Nautik diese in der Praxis angewandte Verwendung der »u-Werte« anführen noch die Prüfungsaufgaben, die doch alle Fälle der Praxis zu treffen suchen, dieselben in ihr Bereich ziehen. Es wäre zweifellos in mancher Hinsicht gut, wenn die Theorie nicht einfach achtlos an dieser Gepflogenheit der Praxis vorbeiginge.

Nach der Länge die Breite. Auch hier gilt, daß Meridianhöhen von Mond, Planeten und Fixsternen, die sich in den nautischen Lehrbüchern immer ganz famos ausnehmen, in der Praxis selbst auf den bestgeführtesten Schiffen nur recht selten gebraucht werden, persönliche Liebhaberei des Kapitäns oder des betreffenden Navigationsoffiziers ausgenommen. An Bord unserer gut navigierten Dampfer herrscht heute wohl allgemein die Mode, das Mittagsbesteck während der Vormittagswache im voraus zu berechnen, so daß mittags die ganze Rechenarbeit sich in wenigen Minuten erledigt. Auf unseren großen Passagierdampfern der Nordatlantischen Fahrt, wo mittags die Passagiere mit erwartungsvollster Aufmerksamkeit die »Track-charts« umlagern, versteht sich die Einführung dieses Modus ganz von selbst. Ich habe auf unseren Schnelldampfern folgende Methode in Anwendung gesehen, die sich wahrscheinlich auch auf vielen anderen Dampfern, wenigstens denen unserer größten Reedereien, eingebürgert haben wird. Bei der Vorausrechnung vormittags wird auch gleich mit der gegißten Mittagsbreite die wahre Höhe der Sonne berechnet und daraus der Kimmabstand derselben abgeleitet. Ich erinnere mich noch recht gut der jeden Mittag regelmäßig wiederkehrenden Frage meines Kapitäns: »Wie hoch soll sie kommen?« Es ist klar, daß jetzt auch die eigentliche Mittagsbreitenrechnung wegfallen kann, denn die Anzahl Minuten, die man die Sonne höher oder niedriger wie vorausberechnet beobachtete, ist eben gleichbedeutend mit ebensoviel Minuten Nord oder Süd Breitenberichtigung (oder was hier dasselbe ist: Besteckversetzung).

Dasselbe gilt von den Nordsternbreiten. Der Kimmabstand des Nordsterns wird für eine gewisse Uhrzeit vorausberechnet und am Instrument eingestellt. Gelingt die Beobachtung zu dieser Zeit, so hat man sofort die Minuten-Breitenversetzung. Verschiebt sich aber die Beobachtung infolge auftretender Bewölkung oder aus anderen Gründen um 10 bis 15 Minuten, so hat man noch immer den großen Vorteil, den in der Dämmerung nur schwach schimmernden Nordstern nicht erst herunterholen zu müssen, was häufig nicht sehr einfach ist.

Daß an Bord all der Schiffe, auf denen Nebenmeridianbreiten der Sonne zu den täglichen Beobachtungen gehören, diese Rechnung mittelst Tabellen ausgeführt wird, ist bekannt und selbstverständlich. Man kann diesen Satz für die Praxis auch umkehren und sagen: da, wo derartige Tafeln an Bord im Gebrauch sind, werden Nebenmeridianbreiten bald tägliche Beobachtungen werden, wo nicht, wird man sich dieser Beobachtungen nur im Notfalle bedienen. Ältere Kapitäne, die gegen solche immerhin »moderne« Tafeln ein gewisses Mißtrauen hegen, verwenden noch mit Vorliebe zur Nebenmeridianbreiten-Berechnung die Kulminationssekunden.

An Bord unserer großen Schnelldampfer werden bei richtigem Nebenmeridian-Breitenwetter, wenn etwa die Sonne immer nur für wenige Sekunden durch Wolkenlücken strahlt oder wenn niedrige Nebelbänke die Kimm in wechselvollem Spiel bald näher bald entfernter erscheinen lassen, oft 8 bis 10 solche Beobachtungen in selten mehr als doppelt sovielen Minuten gemacht. Der arme 4. Offizier, der alle diese Beobachtungen nach einer der bekannten Formeln der Lehrbücher ausrechnen sollte! Ich habe an Bord eines solchen Dampfers, dessen Kapitän mit Tafeln auch nicht gern etwas zu tun haben wollte, eine Rechenmethode gelernt, die ganz außerordentlich einfach ist. Bei der vormittägigen Vorausberechnung des Bestecks wurde nämlich mit der gegißten Breite für den Mittag, der Deklination der Sonne im Mittag und der daraus folgenden Mittagshöhe der Sonne nach der Formel $\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \sec h_0$ immer ein sogenannter log constant mit vorausberechnet. Wird nun eine Nebenmeridianhöhe beobachtet, so braucht man nur den log sem t zum log const. zu addieren, um sofort $\log \sin \frac{u}{2}$ zu erhalten. Selbst für den langsamsten Rechner genügt dann wohl

Digitized by Google

eine Minute, um so eine Nebenmeridianbreite auszurechnen. Die Bedingungen für die Zulässigkeit dieser Methode sind in der Praxis meist immer erfüllt. Hier mag noch bemerkt werden, daß man in der Praxis bei Nebenmittagsbreiten der Sonne wohl im allgemeinen den Stundenwinkel nur auf ganze Minuten in Rechnung setzt und ihn (mit einer allenfalls kleinen Berichtigung für Verseglung) direkt von der auf W. O. Z. (für den Mittag) gestellten Schiffsuhr und nicht vom Chronometer abliest. Es steht dies im Widerspruch mit den oft recht komplizierten Zeit- und Uhrbeschickungen der Examensaufgaben.

Außer Längen- und Breitenberechnungen kommen bei der täglichen Navigation von den astronomischen Aufgaben wohl nur noch Azimute in Frage. Daß dabei die am häufigsten vorkommenden »Zeitazimute« in der seemännischen Praxis nicht mehr trigonometrisch berechnet, sondern stets Tafeln entnommen werden, ist bekannt. Bekannt ist aber auch, daß gerade in der Schulnautik die Berechnung dieser Zeitazimute noch eine große Rolle spielt und ihre rechnerische Lösung in den Prüfungsaufgaben sogar als Bedingungsaufgabe figuriert. Die allgemeine Verwendung der verschiedenen Azimuttafeln (besonders Labrosse, Burdwood-Davis und Ebsen), deren älteste immer noch bedeutend jünger als die Standlinientheorie ist, beweist besser als alles andere, daß der konservative Sinn der Seeleute, wie heute die enragierten Standlinientheoretiker so gerne behaupten, absolut nicht so reaktionär ist, daß er eine neue Rechnungsart, die wirklich wesentliche Vorteile bietet, ablehnt, nur weil sie neu ist. Dabei ist zu bedenken, daß bis in die jüngste Zeit die jungen Navigateure die erwähnten Azimuttafeln erst durch die Praxis in ihrer Anwendung kennen lernen mußten. In den Schulen gehörte die »Kenntnis der wichtigsten Azimuttafeln« weder zu den obligatorischen Unterrichts- noch Prüfungsgegenständen. Erst seitdem die neuen Prüfungsvorschriften in Kraft sind (1. VII. 04), vermitteln die nautischen Tafelsammlungen den Schülern wenigstens den Gebrauch der kurzen ABC-Tafeln, die aber in der Praxis die »fertigen« Azimuttafeln wohl niemals verdrängen werden.

Ich habe hier an den drei wichtigsten Aufgaben der astronomischen Steuermannskunst zeigen wollen, wie Theorie und Praxis in ihren Rechenmethoden zum Teil wesentlich verschiedene Wege wandeln. So verschieden, daß der eben von der Schule entlassene junge Steuermann, besonders wenn ihn das Glück gleich auf einen großen Dampfer führt, die Theorie im ersten Augenblick in der Praxis gar nicht wieder erkennt.

Es konnte sich hier nicht darum handeln, allgemein bekannte Wahrheiten wiederzugeben und z. B. wieder zu beweisen, wie die Theorie an den alten Methoden der korrespondierenden Sonnenhöhen und der Außenmittagsbreite noch festhielt in einer Zeit, in der die Praxis diese Aufgaben schon vergessen hatte. Wir erleben denselben Fall augenblicklich wieder mit der Monddistanz. Alle Bemühungen der Monddistanz-Liebhaber werden das endgültige Verschwinden dieser Aufgabe in der Praxis nicht verhindern können.

Ebenso wenig konnte es sich in dieser Abhandlung darum handeln, in den Grenzgebieten der astronomischen Nautik den feinsten Differenzen zwischen Theorie und Praxis nachzuspüren. Es gibt hier Divergenzen, die scheinbar sehr klein sind, in Wirklichkeit aber tief greifen und Fälle, in denen die Theorie stolz auf ihre Methoden ist, während die Praxis abseits davon intuitiv schon neue Methoden und andere Richtungen ausbaut. Aber diese Feinheiten lassen sich nicht mit einer Deutlichkeit zeigen, wie es für eine solche Abhandlung wünschenswert ist, und dann gilt davon noch mehr wie von dem Gesagten die alte Erkenntnis, die sich jedem aufdrängt, der sich mit dem Studium der Entwicklung irgend einer Wissenschaft beschäftigt: »alles fließt«. Und aus diesem Grunde ist es wohl auch unnötig, hier nochmals auf all das Relative und Schwankende hinzuweisen, das naturgemäß auch dem Gesagten anhaftet.

Digitized by Google

Kleinere Mitteilungen.

1. **Beobachtungen von Unterwasserglockensignalen.** Unter Bezugnahme auf die Mitteilung im laufenden Jahrgang dieser Zeitschrift S. 132 über das Hören der vom Fehmarnbelt-Feuerschiff abgegebenen Unterwasserglockensignale auf dem Feuerschiff Gabelsflach sind der Deutschen Seewarte vom Kgl. Wasserbauinspektor in Flensburg folgende weitere Mitteilungen in dankenswertester Weise zugestellt worden:

1. Seit Mitte Januar 1908 ist die Besatzung des Fehmarnbelt-Feuerschiffes angewiesen, darauf zu achten, ob die Unterwassersignale des Gabelsflach-Feuerschiffes zu hören sind. Bis Ende April d. Js. wurde das Signal nur am 23., 24. und 25. Januar deutlich wahrgenommen, und zwar:

Am 23. Januar von 1^h V. bis 4^h 10^{min} V., von 7^h 30^{min} N. bis 8^h N.
« 24. « « 9^h 45^{min} V. bis 9^h 55^{min} V.
« 25. « « 4^h 30^{min} N. bis 4^h 45^{min} N.

Unterwassersignale wurden auf Gabelsflach-Feuerschiff nach Mitteilung des Kaiserlichen Hafenkapitäns zu Kiel gegeben:

Am 23. Januar von 12^h 40^{min} V. bis 4^h 10^{min} V., von 12^h mittags bis zum 25. Januar 9^h 40^{min} V. ununterbrochen.
« 25. « « 3^h 50^{min} N. bis 9^h 10^{min} N.

2. Das Signal wurde im Schiff und sogar auf Deck gehört, am besten im Hinterschiff, wenn das Ohr an den Besanmast oder an die Schiffswand gelegt wurde. Empfängerapparat ist nicht vorhanden.

3. Die Wind- und Stromverhältnisse waren folgende:

Station	Datum	Wind	Strom in 4 m Tiefe	See
			pro Stunde	
Fehmarnbelt . . . . . . Gabelsflach	23. I. V.	WNW 1 WzN 1—2	n. SO 0.5—1.0 Sm	glatt ruhig
Fehmarnbelt . . . . . . Gabelsflach	23. I. N.	WSW 1 S bis SW 1—2	n. SO 0.5—1.0 Sm	glatt ruhig
Fehmarnbelt . . . . . . Gabelsflach	24. I.	SW 1 S bis SW 1—2	n. NO 0—0.5 Sm	glatt ruhig
Fehmarnbelt . . . . . . Gabelsflach	25. I.	SW 1 SW 2	n. W 0.5—1.0 Sm	ruhig ruhig

Hr.

2. **Seebeben.** Segelschiff »Anakonda«: Am 7. August 1907 in 27° S-Br., 73° W-Lg. heftiges Erdbeben bemerkt.

Segelschiff »Schürbek«: Am 1. September 1906 um 0^h 40^{min} morgens in 9° N-Br., 104° W-Lg. verspürten drei aufeinander folgende Erschütterungen durch das Schiff als wie vom Schiffsboden ausgehend.

Dampfer »Thuringia« berichtet: Am 9. August 1907 mittags um 0^h 58^{min} wahre Ortszeit in 38° S-Br., 55° W-Lg. verspürten Seebeben, begleitet von einem dumpfen, dröhnenden Geräusch. J.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Horace Lamb: **Lehrbuch der Hydrodynamik.** Deutsche autorisierte Ausgabe (nach der 3. englischen Auflage) besorgt von Dr. Johannes Friedel. 8°, VI und 787 Seiten. Leipzig und Berlin 1907. B. G. Teubner. Preis 20,00 *M.*

Unter dem Titel »B. G. Teubners Sammlung von Lehrbüchern auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen« gibt der Teubnersche Verlag in zwangloser Folge eine Reihe von zusammenfassenden Werken aus den verschiedensten Gebieten der mathematischen Wissenschaften und ihrer Anwendungen heraus, die, voneinander unabhängig und in sich abgeschlossen, durch ihren wissenschaftlichen und didaktischen Charakter sowie namentlich durch den ihnen gemeinsamen eingehenden literarischen und historischen Quellennachweis untereinander verbunden erscheinen. In wie hohem Grade in der Gegenwart das Bedürfnis nach zusammenfassenden Darstellungen

hervortritt, die die zahllosen Einzelforschungen auf dem unübersehbaren Gebiet des mathematischen Wissens nach einheitlichen Gesichtspunkten geordnet weiteren Kreisen zugänglich machen, zeigt der Beifall, den die bis jetzt erschienenen Teile der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften gefunden haben, die ebenso wie die Referate in den Jahresberichten der Deutschen Mathematiker-Vereinigung eine rasche Orientierung über den gegenwärtigen Stand eines bestimmten Zweiges der Mathematik gewähren und durch eingehende Literaturnachweisungen dessen historischen Entwicklungsgang vorführen, dafür aber auf eine ausführliche Darstellung verzichten, wie sie zu einem nicht auf umfangreiche Quellenstudien sich stützenden Eindringen in das betreffende Gebiet erforderlich ist.

Die Herausgabe der Enzyklopädie regte deshalb in der Verlagsbuchhandlung den Wunsch nach einer ausgiebigeren Verwertung der umfangreichen Vorarbeiten an, die die Mitarbeiter nach sachlicher wie nach historischer Richtung unternommen hatten, die in der Enzyklopädie aber nur in gedrängtester Kürze Darlegung finden konnten. Diesem Wunsche ist die vorliegende Sammlung entsprungen, an der neben den Mitarbeitern der Enzyklopädie auch zahlreiche andere Gelehrte von Ruf beteiligt sind.

Der vorliegende Band XXVI dieser Sammlung, der die Hydrodynamik behandelt, ist von Horace Lamb, dem Professor der Mathematik an der Victoria-Universität in Manchester, früher in Adelaide, bearbeitet worden. In der Enzyklopädie war ihm die Behandlung der Elastizitätstheorie zugefallen, während die Hydrodynamik dort ihren Bearbeiter in A. E. H. Love, dem Verfasser der »Mathematical Theory of Elasticity«, gefunden hat.

In der Gegenwart und in den letzten Jahrzehnten haben sich in erster Linie englische Forscher den Ausbau der Hydrodynamik angelegen sein lassen, und deshalb muß jeder, der sich über den gegenwärtigen Stand dieser Disziplin unterrichten will, zu der englischen Literatur greifen. Unter den englischen Lehrbüchern, von denen wir nur die von Besant und von Basset erwähnen, gebührt ohne Zweifel dem vorliegenden Werke von Lamb einer der ersten Plätze, und es ist darum mit Freuden zu begrüßen, daß dieses Werk in der gegenwärtigen Gestalt auch weiteren Kreisen des deutschen mathematischen Publikums zugänglicher geworden ist.

Das Buch ist aus dem im Jahre 1879 erschienenen »Treatise on the mathematical theory of the motion of fluids« hervorgegangen, das von R. Reiff unter dem Titel: »Einleitung in die Hydrodynamik« im Jahre 1884 ins Deutsche übersetzt worden ist. Die zweite, stark umgearbeitete und vermehrte Auflage des Originals erschien unter dem Titel: »Hydrodynamics« im Jahre 1895. Die vorliegende Auflage unterscheidet sich von den vorhergehenden nur dadurch, daß verschiedene Abschnitte neu bearbeitet und mehrere Zusätze eingefügt sind, die zusammen etwa den fünften Teil des Ganzen ausmachen. Die wichtigsten Erweiterungen finden sich in dem zweiten, hauptsächlich die physikalischen Anwendungen behandelnden Teile des Werkes.

Dem Plan der Sammlung entsprechend, in der das Buch erscheint, ist in den Anmerkungen große Mühe auf vollständige und genaue Literaturnachweise verwandt worden, wenn auch bemerkt werden muß, daß die nichtenglische Literatur wie in der vorigen Auflage so auch in der gegenwärtigen nicht in dem ihrer Bedeutung entsprechenden Umfange berücksichtigt worden ist; die ausgezeichnete historische Studie Auerbachs z. B. ist in dem ganzen Buche nirgends erwähnt. Das Werk hat überhaupt den ganz spezifisch englischen Charakter, der in allen modernen englischen Darstellungen aus dem Gebiete der mathematischen Physik zutage tritt und sie so sehr von den klassischen Werken der großen französischen Mathematiker unterscheidet. Hierin soll durchaus kein Vorwurf liegen; man kann es vielmehr geradezu als einen Vorzug ansehen, wenn der deutsche Leser auch hier sieht, in welcher Weise und mit wie eigenartiger rationeller Methode die mathematische Physik von den Forschern der Nation behandelt wird, der sie unter dem gewaltigen Einfluß eines Maxwell, Rankine, Lord Rayleigh und vor allem eines William Thomson einen so großen Teil ihrer staunenswerten Fortschritte zu danken hat.

Die Übersetzung Friedels ist als recht gelungen anzusehen, wenn auch zugegeben werden muß, daß die nicht geringen sprachlichen Schwierigkeiten, die die Übertragung eines so eigenartigen Werkes darbietet, nicht überall vollkommen glücklich überwunden sind. Diese Schwierigkeiten, die auch Helmholtz bei der Übersetzung der »Natural Philosophy« von Thomson und Tait entgegengetreten und die seitdem noch gewachsen sind, liegen vor allem darin, daß sich die englische Sprache weit mehr als die deutsche der Begriffs- und Gedankenwelt des modernen theoretischen Physikers kongenial erweist, die ja zum großen Teil ein bodenständiges englisches Produkt ist und deshalb ihren adäquaten Ausdruck in anderen Sprachen nicht vollkommen finden kann. Hinsichtlich der Terminologie folgt die Übersetzung soviel wie möglich den einschlägigen Teilen der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften. Für viele in der deutschen Literatur bisher nicht übliche Ausdrücke mußte der Übersetzer nach gleichwertigen Verdeutschungen suchen, wobei ihm in schwierigen Fällen der Rat von Felix Klein und C. H. Müller in Göttingen zur Seite gestanden hat. An einzelnen Stellen ist die uns etwas fremdartig berührende mathematische Schreibweise der Engländer beibehalten worden; trotz mancher Vorzüge, die ihr unstreitig eigen sind, wäre es namentlich im Interesse der daran nicht gewöhnten Leser wohl besser gewesen, sie durch die uns geläufigere zu ersetzen. Auch sei hier gleich bemerkt, daß das Buch nach Ansicht des Unterzeichneten keineswegs, wie der Übersetzer meint, für den Anfänger, der nur über die notwendigen Grundlagen der höheren Mathematik verfügt, ebenso brauchbar ist, wie für den Vorgeschrittenen, der selbständige Untersuchungen anstellen wird. Für den Anfänger würde sich von den englischen Lehrbüchern eher das allerdings weniger moderne, aber dafür auch geringere Ansprüche stellende Buch von W. H. Besant — ein echtes englisches College-textbook — eignen.

Die zwölf Kapitel, in die das Lambsche Werk eingeteilt ist, behandeln folgende Gegenstände: I. Die Bewegungsgleichungen; II. Integration der Gleichungen in speziellen Fällen; III. Wirbelfreie Bewegung; IV. Zweidimensionale Bewegung einer Flüssigkeit, V. Wirbelfreie Bewegung einer Flüssigkeit: Dreidimensionale Probleme; VI. Über die Bewegung fester Körper in einer Flüssigkeit: Dynamische Theorie; VII. Wirbelbewegung; VIII. Flutwellen; IX. Oberflächenwellen; X. Expansionswellen; XI. Zähigkeit; XII. Rotation flüssiger Massen.

Auf den Inhalt der einzelnen Kapitel näher einzugehen, würde den hier zu Gebote stehenden Raum weit überschreiten. Wir müssen uns auf die folgenden Bemerkungen beschränken.

Den Ausgangspunkt des Ganzen bilden die Eulerschen Gleichungen mit der Kontinuitätsgleichung. Hieran schließt sich die Behandlung der Energiegleichung und die durch Stoß erzeugte Bewegung. Sodann werden die sogenannten Lagrangeschen Gleichungen entwickelt, die tatsächlich auch von Euler herrühren, der sie schon 1755 in der »Histoire de l'Académie de Berlin« veröffentlicht hat. Den Schluß des grundlegenden ersten Kapitels bildet die von H. Wober gegebene Transformation der hydrodynamischen Gleichungen. Auf dieser Grundlage baut sich in den folgenden Kapiteln die ins einzelne gehende Theorie auf. Hierbei sei bemerkt, daß der Verfasser, wie es in den englischen Werken abweichend von den deutschen üblich ist, die Geschwindigkeitskomponenten den negativ genommenen Differentialquotienten des Geschwindigkeitspotentials nach den Koordinaten gleich setzt, wodurch die Analogie mit dem elektrischen und dem magnetischen Potential schärfer hervortritt. Es liegt auch jedenfalls näher, den Bewegungszustand eines Systems in gegebener Lage durch die ihn hervorrufenden Kräfte anzugeben, als durch die hemmend auf ihn einwirkenden.

Die Darstellung in den folgenden Kapiteln wird oft durch Exkurse in verschiedene Disziplinen unterbrochen, deren Ergebnisse auf die hydrodynamische Theorie Anwendung finden, wie z. B. die Theorie der Funktionen komplexer Variabeln, die Kugelfunktionen, die Zylinderfunktionen, die Besselschen Funktionen usw. Für das weitere Eindringen in diese Gebiete wird meist auf englische Werke hingewiesen, während doch für die Funktionen komplexer Variabeln die Darstellung von Durège, für die Kugelfunktionen die Vorlesungen von F. Neumann oder die von Frischauf als dem deutschen Leser näher liegend hätten Erwähnung finden können. Die einzigen deutschen Arbeiten über Kugelfunktionen, die angeführt werden, sind das für den Anfänger durchaus nicht geeignete Heinesche Handbuch und die Arbeit von Wangerin in der Enzyklopädie.

Für den vorgeschrittenen Leser, der über eine gründliche mathematische Vorbildung verfügt und der sich tiefer eindringenden hydrodynamischen Studien widmen will, ist das Werk von Lamb, das eine der hervorragendsten Leistungen auf dem Gebiete der mathematischen Physik genannt werden darf, und das jetzt durch die verdienstvolle Übersetzung des früh verstorbenen Friedel auch weiteren Kreisen des deutschen Publikums zugänglicher geworden ist, als unentbehrlich zu bezeichnen.

Dr. v. Hasenkamp.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Meeres- und Gewässerkunde.

Collet, Léon W.: *Les dépôts marins.* 8⁰. 325 p. avec 35 figures dans le texte et une carte. Paris 1908. Octave Doin. 5.00 Fr

Terrestrische- und astronomische Navigation.

Imperato, F.: *Trattato elementare di navigazione stimata, compilato in conformità del programma ufficiale ad uso degli Istituti Nautici del Regno.* 8⁰. XVI, 559 p. Mailand 1908. Ulrico Hoepli. 16.00 £

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Reichs-Marine-Amt: *Segelhandbuch für den Ostindischen Archipel. I. Teil: West- und Südostküste von Sumatra, Sunda-Straße, westliche Java-See; Banka-, Riouw-, Gaspar- und Karimata-Straße; Westküste von Borneo.* 8⁰. 721 S. mit 218 Küstenansichten im Text und 64 auf 14 Tafeln. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. Gbd. 4.50 ℳ

—: *Segelhandbuch für die Insel Island nebst Anhang, betr. die Fischerei in den Gewässern dieser Insel.* 2. Aufl. 8⁰. 238 S. m. 128 Küstenansichten im Text u. 4 auf 2 Tafeln. Berlin 1908. D. Reimer. Gbd. 2.50 ℳ

—: *Nachtrag z. Segelhandbuch f. d. Ostsee. Abteilung III. Auflage 1904. Berichtigt bis Ende Mai 1908.* 8⁰. 85 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn.

British Admiralty: *Black Sea Pilot, comprising the Dardanelles, Sea of Marmara, Bosporus, Black Sea and Sea of Azov.* 6th edit. London 1908. J. D. Potter. 3 sh 6 d

— —: *Revised Supplement, 1908 relating to Africa Pilot.* Part 2. London 1908. Ebenda. 4 d

Kettle, W. R.: *Supplement to the third edition of Findlay's Sailing Directory for the North Pacific Ocean and Japan, with revised descriptions of the coasts, islands etc.* 8⁰. 272 p. London 1908. Imray, Laurie, Norie & Wilson.

Handelsgeographie und Statistik.

Handelsstatistisches Bureau, Hamburg: *Tabellarische Übersichten des hamburgischen Handels im Jahre 1907.* Fol. I. Die Schiffahrt 86 S.; II. Die Wareneinfuhr 126 S.; III. Die Warenausfuhr 162 S.; IV. Übersichten verschiedenen Inhalts 25 S. Hamburg 1908. Schröder & Jeve.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Marstrand-Mechlenburg, K.: *Das japanische Prisenrecht in seiner Anwendung im japanisch-russischen Kriege. Eine Sammlung der japanischen Prisenrechtsbestimmungen und der Entscheidungen der japanischen Prisengerichte.* 8⁰. 937 S. Berlin 1908. E. S. Mittler & Sohn. 18.00 ℳ

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

Meteorology at the franco-british exhibition. »Symons's Met. Magaz.« 1908 Sept.
Die drahtlose Telegraphie im Dienste der modernen Witterungskunde. P. Polis. »Hansa« 1908 Nr. 38.
Kann die drahtlose Telegraphie z. Zt. der modernen Witterungskunde wesentliche Dienste leisten? E. Herrmann. »Hansa« 1908 Nr. 39.
Les pères de l'église et la météorologie. »Ciel et Terre« 1908 Nr. 14.
Über die periodischen Klimaschwankungen. G. Meyer. »Gaea« 1908 Oktob.
Effect of polar ice on the weather. E. Du Faur. »Journ. & Proceed. Roy. Soc. N. S. W. Sidney« Vol. 41 1907.
Note on some meteorological uses of the polariscope. L. Bell. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 May.
Zur lokalen Entstehung der Zyklonen. G. Friesenhof. »Meteorol. Ztschr.« 1908 H. 8.
The warm stratum in the atmosphere. A. Lawrence Rotch. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 May.
Der tägliche Gang der Temperatur in der freien Atmosphäre. W. Wendt. »Meteorl. Ztschr.« 1908 Nr. 8.
De talrijkheid van stortbuien. Ch. M. A. Hartman. »Hemel et Dampkring« 1908 Aug.
Sur un orage à grêle ayant suivi le parcours d'une ligne d'énergie électrique. J. Violle. »Comptes Rendus« 1908 T. CXLVII Nr. 7.
Report on dry period and rain making experiments at Oamaru, New Zealand. D. C. Bates. (Concluded.) »Symons's Met. Magaz.« 1908 Sept.
Meteorology of the Indian Ocean. »Nature« 1908 Sept. 17.
Zur Meteorologie der Adria. »Gaea« 1908 Oktob.
Die Südorkneyinseln im Jahre 1907. »Globus« Bd. 94 Nr. 12.
Weather influences preceding the evacuation of Boston, Mass. W. N. Lacy. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 May.
A hurricane in the West Indies in March 1908. J. T. Quin. Ebenda.
A comparison of the rainfall of Sidney and Melbourne 1876 to 1905. A. Duckworth. »Journ. & Proceed. Roy. Soc. N. S. W. Sidney«. Vol. 41 1907.
Tornado in Bushey Park, June 1st 1908. Stanley Single. »Symons's Met. Mag.« 1908 Sept.
Climate of Fusan. T. Ogawa. (Japan. Sprache.) »Journ. Meteorol. Soc. Japan« 1908 July.
Die Tages- und Nachtsturmwarnungsignale S. M. S. »Zieten«. »Mitteilg. Dtsch. Seefisch. Vereins« 1908 August.

Meeres- und Gewässerkunde.

La mission hydrographique du Maroc. G. Regelsperger. »La Nature« 1908 Août 22.
Sull' opportunità di una esplorazione oceanografica del Mediterraneo, nell' interesse della pesca marittima. Relazioni del prof. D. Vinciguerra al IX. Congresso Geografico Internazionale. »Bollett. Soc. Geogr. Ital.« 1908 Settembre.
Nouveaux ouvrages d'océanographie. L. Perruchot. »La Géographie« 1908 Août 15.
Die nordeuropäischen Meere im Rahmen der internat. Meeresforschung. Lakowitz. »Schriften d. Naturforsch. Gesellsch. Danzig«. Bd. 12 Heft 2.
Warum ist das Meerwasser salzig? »Gaea« 1908 Oktob.
Della corrente litorale del Mediterraneo con particolare riguardo alla costa orientale della Sicilia. O. Marinelli & G. Platania. »Memorie Geografiche« Florenz 1908 Nr. 5.
Bemerkungen über die Durchsichtigkeit des Seewassers in den heimischen Meeren. O. Krümmel. »Beteiligung Deutschlands a. d. internat. Meeresforschung. IV. V. Jahresbericht.«
Salzgehalte und Temperaturen in der Tiefe an den 4 Stationen bei Helgoland. Reichard. Ebenda.
Untersuchungen über den Gehalt des Meerwassers an spurenweise vertretenen Pflanzennährstoffen. Brandt. Ebenda.
Analysis of a specimen of sea-water from Coogee. C. J. White. »Journ. & Proceed. Roy. Soc. N. S. W. Sidney« Vol. 41 1907.
Ice movements and currents in Bering Strait. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 May.

Fischerei und Fauna.

Les pêcheries à vapeur. »Le Yacht« 1908 Août 29. Sept. 5.
Bericht über die statistischen Arbeiten und sonstigen Untersuchungen des Deutschen Seefischerei-Vereins nach internationalen Vereinbarungen. Henking. »Beteiligung Deutschlands a. d. internat. Meeresforschung. IV. V. Jahresbericht.«
Report of the British Fisheries-Committee. »Science« 1908 Sept. 4.
Die Treibnetzfischerei in der Ostsee mit besonderer Berücksichtigung des Laichplatzes für Heringe bei Fehmarn. »Mitteilg. Dtsch. Seefisch. Vereins« 1908 August.
Die See- und Küstenfischerei mit Motorbooten in einigen außerdeutschen Staaten Nordeuropas. Ebenda.

Digitized by Google

On some peculiarities in our coastal winds and their influence upon the abundance of fish in inshore waters. H. C. Dannewig. »Journ. and Proceed. Roy. Soc. N. S. W. Sidney«. Vol. 41 1907.

Schollen und Schollenfischerei in der südöstlichen Nordsee. Heincke-Henking. »Beteiligung Deutschlands a. d. internat. Meeresforschung. IV./V. Jahresbericht«.

Der Aalfang in den Lagunen von Comachio und Venedig. »Mitteilg. Dtsch. Seefisch. Vereins« 1908 August.

Over de voortplanting en het trekken van de Bot. (Slot.) H. C. Redeke. »Mededeel. over Visscherij« 1908 August.

Het international onderzoek der zee en de vangst van Schol in de Noordzee. P. P. C. Hoek. Ebenda.

Übersicht über das Plankton 1902—1907. C. Apstein. W. Herwig: »Beteiligung Deutschlands a. d. internat. Meeresforschung. IV./V. Jahresbericht«.

Physik.

Sur la formation de brouillards en présence de l'émanation du radium. Curie. »Comptes Rendus« 1908 T. CXLVII Nr. 7.

Possible relation between sunspots and volcanic and seismic phenomena and climate. H. J. Jensen. »Journ. and Proceed. Roy. Soc. N. S. W. Sidney« Vol. 38 1904.

Richting der lichtstrahlen van lichttorens. »De Zee« 1908 Sept.

The work of Prof. Carl Störmer on Birkeland's theory of the aurora borealis. J. A. Anderson. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 May.

Wechselseitige Verstärkungen erdmagnetischer Störungsfelder und vorbeiziehender Störungswirbel solaren Ursprungs. W. Krebs. »Himmel und Erde« 1908 Sept.

Trigonometrische Höhenmessung und Refraktionskoeffizienten in der Nähe des Meeresspiegels. Helmert. »Sitzungsber. Akad. d. Wissensch. Berlin« 1908 N. XXIV—XXVI.

Hydrodynamische Versuchsrinnen. Schütte. »Schriften d. Naturforsch. Gesellsch. Danzig« Bd. 12 Heft 2.

Die Flinderstange. »Hansa« 1908 Nr. 37.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Apparat zur Registrierung der Schlinger- und Stampfbewegungen von Schiffen. O. Hecker. »Ztschr. f. Instrknd.« 1908 H. 9.

Dubbele Sextant. »De Zee« 1908 Sept.

Notes on tide-gauges with a description of a new one. G. H. Halligan. »Journ. and Proceed. Roy. Soc. N. S. W. Sidney« Vol. 37 1903.

Ein neues Haarhygrometer. N. Russeltvedt. »Meteorol. Ztschr.« 1908 Heft 9.

The black bulb. R. C. Mossmann und Fr. Gaster. »Symons's Met. Magaz.« 1908 Sept.

Concours de chronomètres de marine (1907—1908) et des montres à secondes pour torpilleurs (1908) (Service hydrogr. de la Marine française). »Journal Suisse d'Horlogerie« 1908 Juillet.

Terrestrische und astronomische Navigation.

Nomogrammas para achar alturas e azimuths facilitando o emprego do methodo de Marcq Saint Hilaire do mar. Radler de Aquino. »Rev. Marit. Brazil.« 1908 Julho.

New aids for navigation. H. E. Wetherill. »Journ. Franklin Instit.« 1908 Sept.

Notes on navigating by the stars. »Naut. Magaz.« 1908 Sept.

Circummeridiaansbreedte. J. Posthumus. »De Zee« 1908 Sept.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Camoim (Nordbrasilien), Der Parnahyba-Fluß (Nordbrasilien), Maranham (San Marcos-Bucht), Pará (Nordbrasilien) und Toro-Bucht (Chile). »Der Pilote« 1908 Heft 48.

Zur Panamakanalfrage. Fr. Kegel. »Peterm. Mitteil.« 1908 Heft VIII.

Vuurtoren op Kap Guardafui. C. L. J. Kotting. »De Zee« 1908 Sept.

Die subantarktischen Inseln bei Neuseeland. »Globus« 1908 Sept. 3.

The North-West Passage. »Nature« 1908 Sept. 17.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Zur Frage der Schwimmdocks. II. O. Flamm. »Schiffbau« 1908 Sept. 23.

Schwimmdocks, ihre Vorzüge und Nachteile. »Prometheus« 1908 Sept. 9.

Het seinen met de Morse-lamp. N. van Wijck Jurriaanx. »De Zee« 1908 Sept.

The training of our future generation of seamen. »Naut. Magaz.« 1908 Aug. u. Sept.

Beitrag zu einer Kritik der Rentabilität von Schiffen. O. Alt. (Fortsetzg.) »Schiffbau« 1908. Aug. 26., Sept. 9. u. 23.

Beitrag zur Dimensionierung von Schiffen. A. Schmidt. »Schiffbau« 1908 Aug. 26.

Aboriginal navigation and other notes. R. H. Mathews. »Journ. and Proceed. Roy. Soc. N. S. W. Sidney« Vol. 41 1907.

Electricity and navigation. IX. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 Sept.

The weight of marine turbins. What are the best dimensions for a turbine? »Scientif. Americ. Suppl.« 1908 Aug. 15.

Steam-electric marine propulsion. The efficiency of a possible system of the future. »Scientif. Americ. Suppl.« 1908 Aug. 22.

Propulsão electrica dos navios. »Rev. Marit. Brazil« 1908 Julho.
Über den elektrischen Antrieb des Schiffssteuers. A. Strauch. »Schiffbau« 1908 Aug. 26, Sept. 9. u. 23.
The use of the motor boat in the mercantile marine. D. F. M'Lachlan. »Naut. Magaz.« 1908 Sept.
Reinforced concrete as a building material for boats. »Scientif. Americ.« 1908 Sept. 5.
Some famous old ships. The »Red Jacket«. »Naut. Magaz.« 1908 Sept.
Bestand der deutschen Kauffahrteischiffe am 1. Jan. 1908. »Vierteljahrshefte z. Statist. d. Dtsch. Reichs« 1908, 3. Heft.
Schiffsverkehr im Jahre 1907 in: Konstantinopel, Pasages (Spanien), Tarragona, i. d. Dardanellen in Smyrna, Tschanak, Callao, Paranagua und San Blas (Mexico). »Dtsch. Handelsarch.« 1908 Aug.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1907 in: Bahia Blanca, Brunswick (Georgia), Darien (Georgia), San Juan (Portoriko) und Savannah (Georgia). Ebenda.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

La secunda Conferencia de la Paz y los intereses maritimos. (Traducido del »Naval Annual«.) »Rev. Gen. de Marina« 1908 Agosto.
Is wijziging en aanvulling wenschelijk van de bepaling in ons recht betreffende levering van schepen en het vestigen van rechten daarop? B. de Gaay Fortman. »De Zee« 1908 Sept.
Entscheidungen des Reichsgerichts: Konnossement. Freizeichnung von Baratterie. »Hansa« 1908 Nr. 38.

Verschiedenes.

Das Samoa-Observatorium. H. Wagner (Teil I: Die Ergebnisse u. Arbeiten des Samoa-Observatoriums). »Abhandlungen d. Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. z. Göttingen, Mathem.-naturw. Klasse«. N. F. Bd. VII, Nr. 1.
Die Mitarbeit der Laien an der Erforschung der Erdatmosphäre und der Himmelserscheinungen. W. Förster. »Festschrift z. 100jähr. Bestehen d. Wetterauischen Gesellsch. f. d. ges. Naturkunde, Hanau«.
Een eenvondig middel, om barometers te controleeren met behulp van de dagelijks in de dagbladen gepubliceerde luchtdruck-waarnemingen van de nederlandsche stations. »Hemel u. Dampring« 1908 Aug.
Calendario perpetuo de Affonso Livramento. »Rev. Marit. Brazil« 1908 Julho.
Das hamburgische Lotsenwesen im Rahmen der vaterländischen Geschichte. Fortsetzung. »Hansa« 1908 Nr. 35, 36, 37.
Ein Besuch auf den Tanga-Inseln. O. Schlaginhaufen. (V. d. Dtsch. Marine-Expedition 1907/09.) »Globus« Bd. 94 Nr. 11.
Der angebliche ägyptische Bericht über die Umschiffung Afrikas. Ermann u. H. Schäfer. »Sitzungsber. Akad. d. Wissensch. Berlin« 1908 Nr. XXXIX.
Deutsche Schiffbau-Ausstellung Berlin 1908. F. Thilo. »Elektrotechn. Ztschr.« 1908 Heft 37 u. 38.

Die Witterung an der deutschen Küste im August 1908.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm + Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br. Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C. 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frost-tage (Min. < 0°)	Eistage (Max. < 0°)
Borkum	10.4 m	60.1	- 0.1	69.8	2.	48.0	28.	15.6	17.2	15.6	15.8	— 0.6	—	—
Wilhelmshaven	8.5	60.2	0.1	69.0	3.	50.6	28.	14.9	17.6	14.2	14.9	— 1.2	—	—
Keitum	11.3	59.2	0.3	67.7	2.	47.3	28.	14.9	16.9	14.8	15.4	— 0.5	—	—
Hamburg	26.0	60.3	0.1	68.2	3.	51.2	28.	14.3	17.6	15.8	15.3	— 1.1	—	—
Kiel	47.2	59.3	0.6	67.1	3.	47.2	28.	14.5	17.3	14.4	14.8	— [illegible]	—	—
Wustrow	7.0	59.1	0.8	66.2	19.	49.5	29.	14.0	16.9	15.4	15.0	— 1.3	—	—
Swinemünde	10.0	59.3	1.0	65.8	20.	51.6	28.	16.0	18.7	16.3	16.3	— 0.3	—	—
Rügenwaldermünde	6.9	59.3	0.9	65.1	20.	50.8	29.	15.7	18.1	15.6	15.8	— 0.2	—	—
Neufahrwasser	4.5	58.5	1.6	63.9	20.	51.0	29.	16.2	18.8	16.0	16.3	— 0.4	—	—
Memel	11.7	57.6	1.8	63.7	20.21.	49.0	29.	15.8	17.1	15.2	15.6	— 0.9	—	—

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Digitized by Google

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute, Mittl. mm	Relative, %							
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8h V	2h N	8h N		8h V	2h N	8h N	8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	18.0	14.0	23.1	10.	10.9	13.	0.5	2.0	1.3	11.7	86	82	88	6.1	5.5	6.7	6.1	0.0
Wilh.	18.5	12.0	23.8	10.	8.0	13.	1.5	2.2	2.0	11.1	86	76	90	7.1	7.3	5.4	6.6	+0.4
Keit.	19.2	13.0	22.4	22.	10.1	12.	1.2	1.6	1.3	12.2	93	90	94	7.0	6.3	6.7	6.7	+0.4
Ham.	19.1	12.2	24.6	7.	8.0	15.	1.5	2.9	2.0	11.8	93	80	88	8.5	7.6	6.7	7.6	+1.3
Kiel	18.7	11.7	22.9	10.	8.9	12.	1.3	2.0	1.6	11.0	91	75	89	7.5	6.8	4.6	6.3	+0.1
Wus.	17.7	13.1	22.5	10.	8.7	13.	1.7	1.6	1.6	10.9	87	78	83	7.5	7.0	6.6	7.0	+0.8
Swin.	19.7	13.3	23.4	12.	8.6	14.	1.8	1.7	1.7	11.0	80	69	81	5.9	6.6	6.8	6.4	+0.4
Rüg.	18.8	13.1	23.3	11.	5.8	14.	1.6	1.5	1.9	11.4	84	73	87	6.6	5.9	6.5	6.3	+0.6
Neuf.	20.1	13.0	23.0	23.	6.5	14.	1.8	2.2	1.5	11.1	81	69	83	5.9	6.6	4.7	5.7	—0.3
Mem.	18.6	12.7	22.2	10.	7.5	21.	1.8	1.3	1.1	11.1	84	78	84	6.7	6.4	6.1	6.4	+0.5

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
							mit Niederschlag ≥ mm				K u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
	8h V–8h N	8h N–8h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	0.2	1.0	5.0	10.0					Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	53	31	84	— 6	17	22.	17	13	5	4	4	0	2	8	7.6	+0.4	16.5	27.
Wilh.	41	26	67	— 16	14	11.	16	13	5	2	5	0	0	7	3.1?	-1.9(?)	12.5	keine
Keit.	57	64	121	+ 35	30	12.	19	17	8	4	4	0	2	6	5.4	—	12	27.
Ham.	59	28	87	+ 11	11	10.	20	15	7	1	5	0	1	17	3.8	—0.7	12	13. 27. 29.
Kiel	67	33	100	+ 27	22	12.	19	16	5	3	1	0	3	10	4.6	—0.1	12	keine
Wus.	40	50	90	+ 22	25	11.	17	10	8	2	1	0	1	11	3.4?	-1.6(?)	12	29.
Swin.	37	52	89	+ 29	26	15.	20	13	5	2	4	0	2	4	3.2	—1.0	10.5	keine
Rüg.	43	50	93	+ 16	26	2.	18	15	6	3	7	0	2	8	5.3	—	15	29.
Neuf.	52	44	96	+ 30	32	14.	15	8	6	3	3	0	3	4	4.1	—	12	29.
Mem.	60	62	122	+ 52	35	11.	16	14	6	4	2	0	4	10	4.8	—	12	3. 25. 29.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	10	8	8	0	0	0	3	0	0	1	27	2	9	1	17	5	2	3.4	3.8	3.1
Wilh.	10	2	10	1	0	0	2	0	3	6	17	11	5	12	6	3	5	3.4	4.2	2.7
Keit.	2	7	2	1	0	3	2	0	0	4	18	8	13	7	17	9	0	3.1	3.5	3.3
Ham.	2	1	3	3	2	1	0	3	1	13	9	23	4	7	7	11	3	3.5	4.1	3.2
Kiel	3	6	2	2	1	1	2	0	4	16	7	6	9	13	10	1	10	2.1	2.3	1.6
Wus.	1	4	4	1	2	1	2	2	12	4	8	6	25	7	2	0	12	2.9	3.3	2.7
Swin.	6	5	4	1	1	5	0	2	1	6	10	19	18	4	4	6	1	2.6	3.3	2.5
Rüg.	2	3	1	2	2	1	0	5	3	12	5	11	15	15	3	5	8	3.5	3.5	3.2
Neuf.	4	2	3	1	3	2	1	1	8	8	10	7	12	10	12	7	2	2.8	3.3	2.2
Mem.	5	3	3	0	3	0	4	3	5	6	11	6	9	6	20	6	3	2.6	3.6	3.0

Der allgemeine Witterungscharakter an der deutschen Küste im Monat August muß als ungünstig bezeichnet werden: Bei zu niedrigem durchschnittlichen Barometerstande, zu starker Bewölkung und meist zu ergiebigen Niederschlägen lagen die Temperaturen im Monatsmittel unter der Normalen. Während die Luftbewegung bei vorherrschend westlichen Winden im allgemeinen eine ziemlich ruhige war, traten stürmische Winde in größerer Verbreitung vom 12. bis 13. und vom 27. bis 29. August auf. Heiteres Wetter herrschte in größerer Ausbreitung am 6. und 7. sowie vom 18. bis 20. Tage mit Nebel waren selten; Gewitter gelangten indessen noch ziemlich häufig zur Beobachtung, besonders vom 11. bis 14. sowie vom 26. bis 31.

Die allgemeine Luftdruckverteilung, welche die oben charakterisierten Witterungsverhältnisse verursachte, ist ausgezeichnet durch das Vorwalten hohen

Luftdrucks im Westen und niedrigen Drucks im Norden bis Osten, so daß die vorherrschende Luftströmung eine ozeanische war und dementsprechend kühles und feuchtes Wetter herbeiführte.

Vom 1. bis zum 20. Tage des Monats blieb die Luftdruckverteilung in ihren großen Zügen nahezu unverändert: Ein Hochdruckgebiet im Westen lag Gebieten tiefern Druckes im Norden bis Osten gegenüber. Vom 1. bis zum 4., wo das Maximum des Luftdrucks über den britischen Inseln gelegen war, hatten die Winde meist nordwestliche Richtung und frischten am 2. an der Nordseeküste sowie am 3. und 4. im äußersten Osten stark auf, während die Depression ostwärts abzog. Das Wetter war im übrigen veränderlich oder trübe und kühl mit verbreiteten Regenfällen. Am 5. trat eine Veränderung in der Witterung dadurch ein, daß ein flacher Ausläufer der Depression südwärts durch die Nordsee nach Frankreich zog, der ruhiges Wetter ohne nennenswerte Niederschläge im Gefolge hatte. Am 6. wurde eine bis zum 9., im äußersten Osten bis zum 10. reichende Periode trockenen, vielfach heiteren und meist wärmeren Wetters eingeleitet durch einen von Skandinavien südwärts vordringenden Keil hohen Druckes. Am 10. kam das deutsche Küstengebiet wieder in den Bereich einer Depression, die aus dem hohen Nordwesten allmählich südwärts herangezogen war, so daß an diesem Tage im Westen bereits wieder Trübung mit Niederschlägen und Abkühlung eintrat. Sie brachte einen Ausläufer zur Entwicklung, der sich vertiefte und zu einem Teilminimum abtrennte, dessen Kern bis zum 14. in der Nähe Dänemarks liegen blieb und am 12. und 13. von stürmischen Winden begleitet war. Am 15. hatte sich beim Abzuge der Depression das Hochdruckgebiet nach Nordwest verlagert; das deutsche Küstengebiet blieb aber bis zum 17. im Bereich der abziehenden Zyklone und hatte bei nördlichen Winden zwar etwas wärmeres, aber noch regnerisches Wetter. Am folgenden Tage bildete sich an der Südostseite des noch immer den Nordwesten bedeckenden Hochdruckgebiets ein Keil aus, der sich bis nach dem Balkan erstreckte und bis zum 20. ruhiges, vielfach heiteres und trockenes, aber wegen des Vorherrschens nordwestlicher Winde noch meist kühles Wetter im Gefolge hatte.

Am 21. trat nun eine andere, aber ebenfalls längere Zeit, nämlich bis zum Schluß des Monats, anhaltende Wetterlage auf, indem das Hochdruckgebiet im Nordwesten zurücktrat und der nach dem Balkan vorgeschobene Keil ostwärts abzog. Der höchste Druck lag nunmehr bis zum 31. August im Südwesten von Europa, während eine Reihe von Depressionen im Norden vorüberzogen und bei südwestlichen Winden anhaltend trübes Wetter mit ergiebigen Niederschlägen im Gefolge hatten. Von größerem Interesse sind während dieser Witterungsperiode nur die Tage vom 27. bis zum 29., wo die vom hohen Norden bis nach den Alpen reichende Depression größere Tiefe besaß und im Gefolge von zyklonalen Randbildungen verbreitete Südweststürme mit zahlreichen Gewittern auftraten.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68—71.

Ozeanographische Arbeiten S. M. S. „Planet“ im Bismarck-Archipel 1907, unter dem Kommando von Kapitänleutnant Kurtz.

I. Lotungen.

Während der Vermessungstätigkeit in der zweiten Hälfte des Jahres 1907 ist von S. M. S. »Planet« im Bismarck-Archipel eine Anzahl von Tiefsee-Lotungen ausgeführt worden, welche meist auch zur Feststellung der Temperatur und des Salzgehaltes am Meeresboden dienten. Ein Teil der Lotungen ist schon zur Konstruktion des Tiefenkärtchens des St. Georgs-Kanals verwandt worden;[1]) in nachstehender Tabelle werden die Positionen der einzelnen Lotungsstationen nebst den Tiefen, den beobachteten Temperaturen, den Salzgehaltsbestimmungen und den Angaben der Bodenbeschaffenheit, untersucht durch Marinestabsarzt Dr. Graef, gegeben. Da die Salzgehaltsbestimmungen nicht an Bord gemacht werden konnten, so wurden die Wasserproben in versiegelten Flaschen der Deutschen Seewarte zugestellt, wo sie mittels Chlortitrierung untersucht worden sind.

Tabelle I.

Lotungen S. M. S. »Planet« im Bismarck-Archipel.

Station Nr.	Datum 1907	Zeit	S-Br.	O-Lg.	Tiefe m	Bodentemperatur °C.	Salzgehalt in ‰	Bodenbeschaffenheit
316	12. 7.	11^{50}h V.	4° 20′	152° 32′	2036	2.1	—	Gr. Sk.
317	12. 7.	12^{50}h N.	4° 20′	152° 36′	1911	2.3	—	«
318	12. 7.	2^{30}h N.	4° 19′	152° 41′	841	5.2	—	F. gr. Sd.
319	13. 7.	8^{50}h V.	4° 8′	152° 33′	1059	2.6	—	Kor.
320	13. 7.	10^{15}h V.	4° 6′	152° 36′	1120	3.9	—	Fels.
321	13. 7.	1^{20}h N.	4° 17′	152° 25′	478	9.2	—	Kor. Sd.
322	15. 7.	9h V.	4° 16′	152° 17′	470	9.4	—	Kor.
323	15. 7.	10h V.	4° 17′	152° 13′	279	13.1	—	Kor. Sd.
324	16. 7.	11h V.	4° 3′	152° 21′	1038	4.5	—	Gr. T.
325	16. 7.	1^{20}h N.	3° 56′	152° 27′	2122	2.8	—	Gr. Sk.
326	20. 7.	11^{30}h V.	2° 29′	149° 33′	2106	2.9	—	Glob.
327	20. 7.	1^{30}h N.	2° 30′	149° 43′	1885	2.8	—	«
328	21. 7.	12h mtgs.	2° 36′	149° 32′	2086	2.9	—	«
329	22. 7.	12h N.	2° 43′	149° 40′	1761	2.9	—	«
330	22. 7.	4h N.	2° 33′	149° 53′	1349	3.4	—	«
331	29. 7.	7h N.	3° 9′	150° 25′	2570	2.8	34.69	«
332	30. 7.	9^{30}h V.	3° 54′	151° 56′	1650	—	—	Fels.
334	28. 8.	8^{30}h N.	3° 24′	150° 49′	2407	2.8	—	Glob.
335	29. 8.	12^{30}h V.	3° 36′	151° 14′	2610	2.9	34.61	«
336	29. 8.	5^{00}h V.	3° 48′	151° 39′	2195	2.8	—	—
337	9. 9.	7h N.	3° 48′	152° 3′	1940	2.8	34.67	Grbraun Glob. m. vulkan. Beimengung.
338	10. 9.	12^{15}h V.	3° 33′	151° 38′	2168	—	—	Hellgrau Glob. (Terrig. Bestandteile).
339	10. 9.	4^{35}h V.	2° 18′	151° 13′	1547	—	—	Hellgrau Glob. m. vulkan. Beimengung.
341	24. 9.	5^{30}h N.	3° 9′	150° 37′	2561	2.8	34.67	Gr. br. Glob. (Schlamm)
343	24. 10.	8h V.	4° 2′	152° 4′	1235	4.0	34.65	Terrigen.
344	7. 12.	9h V.	4° 30′	152° 27′	2155	—	34.74	—

Die Lotungen Nr. 316 und 317 weisen in ihrer Tiefe von rund 2000 m bedeutend niedrigere Temperaturen auf wie andere Lotungen (z. B. Nr. 325 bis 328) gleicher Tiefe; erstere liegen am Südausgang des St. Georgs-Kanals, indessen die anderen Lotungen innerhalb des Inselkranzes des Bismarck-Archipels liegen und durch ihre höhere Bodentemperatur die durch Schwellen abgeschlossene Becken-

[1]) Siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1907, S. 572 bis 573.

Digitized by Google

form des Innern bestätigen.[1]) Die Salzgehaltsbeobachtungen vom Meeresboden zeigen nur geringe Unterschiede und stimmen gut zu den früheren Beobachtungen, welche S. M. S. »Planet« in diesem Gebiet gemacht hat und welche seinerzeit sofort an Bord untersucht worden sind, hierdurch beweisend, daß die Konservierung der Proben einwandfrei gewesen ist. Die eine Probe der Station 344, welche mit ihrem Salzgehalt von 34.74 ‰ einen etwas höheren Wert aufweist, gibt, da die Station südlich außerhalb des Beckens liegt, zu der Mutmaßung Anlaß, daß südlich der Schwelle des St. Georgs-Kanals der Salzgehalt höher ist wie im Becken; dieses bedarf jedoch noch weiterer Beobachtungen zur Bestätigung.

II. Physikalisch-chemische Beobachtungen in verschiedenen Tiefen.

Temperaturbestimmungen und Entnahmen von Wasserproben aus verschiedenen Tiefenschichten des Meeres sind von S. M. S. »Planet« in vier Monaten je einmal gemacht worden, und zwar möglichst jedesmal in der gleichen Position westlich von Neu-Mecklenburg, in welcher auch schon im Jahre 1875 S. M. S. »Gazelle« beobachtet hatte. Dieses gewährt den Vorteil, die verschiedenen Beobachtungen miteinander vergleichen zu können. Deshalb sind in den folgenden Tabellen einerseits die Werte jeder Station für sich mit den nach Knudsens Hydrographischen Tabellen berechneten Dichten gegeben, anderseits die Temperatur- und Salzgehaltwerte der einzelnen Tiefen zu den verschiedenen Beobachtungszeiten unmittelbar nebeneinander gestellt.

Tabelle II.

Serienbeobachtungen S. M. S. »Planet«.

Station 331. 29. Juli 1907 3½h N. 3° 9′ S-Br., 150° 25′ O-Lg.				Station 340. 24. September 1907 0h N. 3° 9′ S-Br., 150° 25′ O-Lg.			
Tiefe m	Temp. °C.	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Tiefe m	Temp. °C.	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	28.4	34.65	22.02		28.9	34.76	21.93
100	27.1	35.23	22.88		27.6	35.25	22.72
125	25.8	35.46	23.46		25.0	35.46	23.70
150	24.3	35.53	23.90		24.2	35.50	23.97
175	22.4	35.62	24.61		20.8	35.66	25.06
200	20.7	—	—		19.3	35.61	25.44
250	16.8	35.46	25.94		16.0	35.37	26.06
300	13.0	35.08	26.47		12.6	35.05	26.52
400	9.7	34.76	26.93		9.9	34.79	26.83
600	6.7	34.52	27.10		6.7	34.56	27.13
1000	4.2	—	—		4.4	34.54	27.41
2570	2.8	34.69	27.66	2561**	2.8	34.67	27.66

Station 333. 28. August 1907 11½h V. 3° 11′ S-Br., 150° 23′ O-Lg.				Station 342. 23. Oktober 1907 2½h N. 3° 11′ S-Br., 150° 28′ O-Lg.			
Tiefe m	Temp. °C.	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t	Tiefe m	Temp. °C.	Salzgehalt ‰	Dichte σ_t
0	28.8	34.60	21.85		29.2	34.54	21.67
75	27.6	34.96	22.53		28.1	34.70	22.16
100	25.9	35.35	23.34		27.7	35.30	22.74
125	24.8	35.44	23.74		25.7	35.50	23.52
150	22.2	35.66	24.69		22.9	35.57	24.42
175	20.0	35.59	25.24		22.2	35.59	24.62
200	19.0	35.57	25.48		19.9	35.61	25.28
250	17.0	35.41	25.85		15.9	35.39	26.00
300	11.8	34.97	26.63		13.4	35.10	26.41
400	9.5	34.81	26.92		8.9	34.67	26.90
600	6.5	34.56	27.15		—	—	—
1000	4.4	34.56	27.42		4.5	34.52	27.38
2610*	2.9	34.61	27.61		—	—	—

* Stat. 335 (3° 36′ S-Br., 151° 14′ O-Lg.)

** Stat. 341 (3° 9′ S-Br., 150° 37′ O-Lg.)

[1]) Siehe Ann. d. Hydr. usw. 1907 S. 196.

Digitized by Google

Tabelle III.

Vergleichende Zusammenstellung der Temperatur- und Salzgehalt-Beobachtungen

3° 10′ S-Br., 150° 25′ O-Lg.

A. Temperatur.

Tiefe m	»Gazelle« Nr. 111	»Planet« Nr. 331	»Planet« Nr. 333	»Planet« Nr. 340	»Planet« Nr. 342	»Planet« Mittelwert	»Planet« Maxim. d. Differenz der Einzelwerte
0	30.1° C.	28.4° C.	28.8° C.	28.9° C.	29.2° C.	28.8° C.	0.8° C.
75	—	—	27.6	—	28.1	27.8	0.5
100	27.6	27.1	25.9	27.6	27.7	27.1	1.8
125	—	25.8	24.8	25.0	25.7	25.3	1.8
150	—	24.3	22.2	24.2	22.9	24.4	2.1
175	—	22.4	20.0	20.8	22.2	21.4	2.4
200	19.9	20.7	19.0	19.3	19.9	19.7	1.7
250	—	16.8	17.0	16.0	15.9	16.4	1.1
300	13.6	13.0	11.8	12.6	13.4	12.7	1.6
400	9.7	9.7	9.5	9.9	8.9	9.5	0.9
600	6.2	6.7	6.5	6.7	—	6.6	0.2
1000	4.1	4.2	4.4	4.4	4.5	4.4	0.3

B. Salzgehalt.

Tiefe m	»Gazelle« Nr. 111	»Planet« Nr. 331	»Planet« Nr. 333	»Planet« Nr. 340	»Planet« Nr. 342	»Planet« Mittelwert	»Planet« Maxim. d. Differenz der Einzelwerte
0	—	34.65‰	34.60‰	34.76‰	34.54‰	34.64‰	0.22‰
75	—	—	34.96	—	34.70	34.83	0.26
100	—	35.23	35.35	35.25	35.30	35.28	0.12
125	—	35.46	35.44	35.46	35.50	35.46	0.06
150	—	35.53	35.66	35.50	35.57	35.56	0.16
175	—	35.62	—	35.66	35.59	35.62 über	0.07
200	—	—	35.57	35.61	35.61	35.60 35‰	0.04
250	—	35.46	35.41	35.37	35.39	35.41	0.09
300	—	35.08	34.97	35.05	35.10	35.05	0.13
400	—	34.76	34.81	34.79	34.67	34.76	0.14
600	—	34.52	34.56	34.56	—	34.55	0.04
1000	—	—	34.56	34.54	34.52	34.54	0.04

Betrachtet man zunächst die vertikale Verteilung der Temperatur im Bismarck-Archipel, so findet man eine Bestätigung der schon früher von »Planet« beobachteten Tatsache, daß unterhalb 100 m die Temperatur meist sprunghaft abnimmt, aldann eine Schicht geringerer Temperaturabnahme erfolgt und unterhalb 150 oder 175 m die größte Abnahme der Temperatur zu verzeichnen ist.[1]) Besonders ausgeprägt sind diese Verhältnisse bei den Stationen Nr. 340 und 342, kommen jedoch auch in den Mittelwerten aller Stationen noch zum Ausdruck. Man kann diese Erscheinung mit »doppelte Sprungschicht« bezeichnen, indem eine Schicht geringer Temperaturänderung, deren Tiefenlage zwischen 125 und 175 m schwankt, nach oben und unten durch je einen Temperatursprung begrenzt ist.

In Zusammenhang hiermit steht wahrscheinlich die vertikale Verteilung des Salzgehaltes. Unter der stark angesüßten Oberfläche liegt eine Schicht hohen Salzgehaltes, dessen Maximum von etwa 35.6‰ in einer Tiefe von 175 m gefunden wird. Unterhalb 250 m erfolgt eine schnelle Abnahme bis zur Tiefe von 400 m auf etwa 34.75‰, von hier bis 1000 m Tiefe eine langsame Abnahme auf etwa 34.5‰ und schließlich eine leichte Zunahme bis zum Boden auf 34.7‰. Der Ursprung dieser salzhaltigen Zwischenschicht dürfte in den südlicher gelegenen Gebieten zu suchen sein, denn nur dort erreicht der Salzgehalt an der Oberfläche Werte von gleicher Größenordnung; von hier muß sich das Wasser gegen die Tiefen der äquatorwärts gelegenen Gebiete absenken.[2])

Die Veränderlichkeit der Temperatur in den einzelnen Tiefenschichten wird näher erläutert durch die Spalte: Maximum der Differenz der Einzelwerte. Die Differenzen erreichen Beträge, welche zum Teil 2° C. übersteigen. Es ist nun die Frage, sind diese Unterschiede reell oder etwa durch die Beobachtungsmethode

[1]) Vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1907 S. 196 bis 198.

[2]) Näheres hierüber wird das demnächst erscheinende Reisewerk S. M. S. »Planet«, Bd. Ozeanographie, enthalten.

Digitized by Google

bzw. fehlerhaftes Funktionieren der Instrumente entstanden. Zwei Gründe sprechen dafür, daß die Unterschiede tatsächlich in diesen Oberflächenschichten vorhanden sind. Einerseits beruhen die Bestimmungen der Temperatur in der Mehrzahl auf der Ablesung von Kipp- und Innen-Thermometer des Pettersson-Schöpfers, anderseits stimmen in den Tiefenschichten von 600 und 1000 m die Temperaturen bis auf $^3/_{10}$° C. miteinander überein. Es ergibt sich demnach, daß in den Schichten bis 400 m Tiefe ziemlich beträchtliche Temperaturschwankungen stattfinden, vielleicht die Folge von Unterschieden in der Größe des Auftriebs, verursacht durch wechselnde Intensität der Oberflächenströmungen.

Die Veränderlichkeit des Salzgehaltes in den einzelnen Tiefen ist im Maximum 0.26 ‰ und in vielen Fällen unter 0.1 ‰. Da der Beobachtungsfehler bis 0.05 ‰ beträgt, so sind die Schwankungen des Salzgehaltes im Vergleich zu denen der Temperatur als klein zu bezeichnen. Auch ist aus dem Ergebnis zu schließen, daß sich die Konservierungsmethode der Proben gut bewährt hat.

Die aus Temperatur und Salzgehalt berechneten Dichtewerte zeigen stetige Zunahme der Dichte mit wachsender Tiefe, indem die Zunahme des Salzgehaltes nicht in Betracht kommt gegen die Abnahme der Temperatur; dort wo die Temperatur sprunghaft sinkt, nimmt auch die Dichte sehr rasch zu.

Tabelle IV.

III. Oberflächenbeobachtungen.

Datum 1907	Zeit	S-Br.	O-Lg.	Wasser-temp. °C.	Salz-gehalt[1]) ‰	Salz-gehalt[2]) ‰	Sichttiefe m
5. VI.	10^h V.	3° 58′	151° 55′	28.5	34.88	—	—
14. VI.	8^h V.	3° 2′	150° 36′	28.3	34.94	—	—
3. VII.	8^h V.	3° 48′	151° 51′	28.4	34.84	—	—
12. VII.	9^h V.	4° 18′	152° 19′	28.1	35.16	—	—
13. VII.	$8\,^3/_4{}^h$ V.	4° 8′	152° 33′	28.3	35.02	—	—
15. VII.	$8\,^3/_4{}^h$ V.	4° 16′	152° 57′	28.1	34.94	—	—
16. VII.	11^h V.	4° 3′	152° 21′	28.1	35.07	—	23 (N.)
17. VII.	8^h V.	2° 50′	150° 54′	28.8	34.94	—	—
29. VII.	$5\,^1/_4{}^h$ N.	3° 9′	150° 25′	28.4	34.97	34.65	—
30. VII.	$8\,^3/_4{}^h$ V.	3° 51′	151° 50′	28.3	34.97	—	34
28. VIII.	$11\,^1/_2{}^h$ V.	3° 11′	150° 23′	28.8	—	34.60	40
10. IX.	$8\,^3/_4{}^h$ V.	2° 54′	151° 0′	28.8	34.81	—	—
24. IX.	$3\,^1/_4{}^h$ N.	3° 10′	150° 25′	28.9	35.05	34.76	34
25. IX.	$8\,^1/_4{}^h$ V.	3° 52′	151° 52′	29.0	34.83	—	—
4. X.	$8\,^1/_4{}^h$ V.	2° 50′	150° 52′	28.9	34.96	—	—
13. X.	8^h V.	2° 24′	150° 29′	29.0	34.73	—	—
17. X.	8^h V.	2° 32′	150° 49′	29.2	34.58	—	—
23. X.	$5\,^1/_2{}^h$ N.	3° 11′	150° 28′	29.2	34.70	34.54	31
24. X.	8^h V.	4° 2′	152° 4′	29.1	34.74	34.54	—
10. XI.	9^h V.	4° 57′	153° 28′	29.0	34.83	—	—
11. XI.	8^h V.	5° 42′	155° 22′	28.4	34.54	—	—
19. XI.	$8\,^1/_4{}^h$ V.	4° 58′	154° 22′	28.8	34.54	—	—
29. XI.	8^h V.	2° 49′	150° 51′	29.4	34.60	—	—
30. XI.	8^h V.	3° 18′	152° 17′	29.3	34.90	34.58	—
1. XII.	$8\,^1/_4{}^h$ V.	3° 38′	152° 32′	29.4	34.84	—	—
6. XII.	$4\,^1/_4{}^h$ N.	4° 22′	153° 12′	29.8	35.10	34.88	12 [3])
7. XII.	$8\,^1/_2{}^h$ V.	4° 30′	152° 27′	29.6	34.61	—	37

In vorstehender Tabelle sind neben den Salzgehaltwerten, berechnet aus Aräometerbeobachtungen an Bord (mittlerer oder großer Satz von Küchler & Söhne) auch einige mittels Chlorgehaltbestimmung ermittelte Werte aufgeführt. Der Vergleich lehrt, daß die Differenzen zwischen beiden Bestimmungen ziemlich konstant sind; im Mittel ergeben die Aräometerablesungen um 0.27 ‰ höhere Salzgehaltwerte; ein früherer Vergleich von Bestimmungen S. M. S. »Planet« auf der Fahrt Hongkong—Matupi lieferte einen Mittelwert von 0.26 ‰. Diese

[1]) Nach Aräometerbestimmungen an Bord berechnet.
[2]) Nach Bestimmungen des Chlorgehalts übersandter Proben.
[3]) Wasser von hellerer Farbe wie bei Untiefen, Lotung ergab über 300 m Tiefe.

Digitized by Google

Werte überschreiten den Beobachtungsfehler, so daß hieraus der Schluß zu ziehen ist, daß die Aräometer, welche von der Physikalisch-technischen Reichsanstalt geprüft sind, stetig höhere Werte liefern wie die Chlorbestimmungen. Zu dem gleichen Resultat kommt auch v. Drygalski bei der Diskussion der auf dem »Gauß« angestellten Vergleichungen.[1]) Schott hat Vergleiche der spezifischen Gewichte des Meerwassers nach Pyknometer- und Aräometerbeobachtungen angestellt[2]) unter Berücksichtigung der Wassertemperatur während der Aräometerbeobachtung und fand, daß bei vergleichsweise niedriger Wassertemperatur (unter 10°) die Aräometerangaben fast durchweg niedriger als die Pyknometerangaben, bei hohen Temperaturen (20 bis 30°) dagegen bedeutend höher waren. Letzteres steht gleichfalls in Übereinstimmung mit den »Planet«-Beobachtungen, auch ist der Betrag der Abweichung der gleiche.

Die in dem Beobachtungsgebiet auftretenden Schwankungen des Salzgehaltes erreichen 0.6‰ und sind zum Teil wohl auf regionale Unterschiede, Landnähe usw. zurückzuführen, doch treten in den Monaten Oktober bis Dezember niedrigere Werte auf wie in den Sommermonaten, wahrscheinlich eine Folge der größeren Niederschläge zur Zeit des Nordwestmonsuns. D. S.

Zur Frage von der Ablenkung der Triftströmungen.

Von V. Walfrid Ekman.

Im Oktoberheft dieser Zeitschrift hat Herr O. E. Schiötz Einwände gegen meine theoretischen Untersuchungen über Meeresströmungen erhoben[3]) und auch selbst theoretische Resultate mitgeteilt, die nach seiner Meinung die meinigen widerlegen. Die Hauptfrage ist, ob die Winde im allgemeinen Meeresströmungen in ihrer eigenen Richtung erregen, wie es Herr Schiötz meint, oder ob die Erdrotation, wie ich glaube gezeigt zu haben, die Wirkung haben muß, die Triftströme auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts, auf der südlichen nach links von der Windrichtung abzulenken. In einer unmittelbar darauffolgenden Abhandlung kritisiert dann Herr H. Mohn die von anderen Verfassern angestellten statistischen Untersuchungen, die ebenfalls eine solche Ablenkung des Triftstromes ergeben. Da es sich hier um Fragen handelt, die für die dynamische Behandlung der Ozeanographie grundlegend sind, so darf ich für folgende Erwiderung um Platz bitten.

Als einen Haupteinwand gegen meine Berechnungen hebt Herr Schiötz hervor, daß ich das Meer sowie die Windströmung als in allen Richtungen unbegrenzt vorausgesetzt habe. Diesen Fall, bei welchem die Bildung von Niveauunterschieden ausgeschlossen ist, bezeichnet er als »den von Ekman behandelten Fall«. Er bemerkt, daß die Bewegungen, die in diesem Falle entstehen würden, mit einem Wassertransport in einer gewissen Richtung verbunden sind, und da das Stromgebiet in Wirklichkeit begrenzt ist, so müssen Anstauungen von Wasser und dadurch Druckunterschiede entstehen, die den Bewegungszustand wesentlich verändern.

Dieser Einwand muß auf einem Irrtum beruhen. Denn die Hauptaufgabe meiner Abh. II und III, die auch von Herrn Schiötz richtig erwähnt sind, ist gerade, die Wirkung der von Herrn Schiötz jetzt hervorgehobenen Druckunterschiede unter verschiedenen Umständen zu untersuchen. Um den Platz der Zeitschrift nicht unnötigerweise in Anspruch zu nehmen, werde ich diese meine von

[1]) Veröff. d. Inst. f. Meereskunde Berlin, Heft 1, S. 37.

[2]) Valdivia-Werk, Bd. I Ozeanographie, S. 55.

[3]) Die drei Abhandlungen, die hier in Betracht kommen, nämlich:
»Om jordrotationens inverkan pa vindströmmar i hafvet«. Nyt Mag. for Naturvidenskab, Bd. 40
»On the Influence of the Earth's Rotation on Ocean-Currents«. Arkiv f. Math. Astron. och Fys., Bd. 2. Kgl. Svenska Vet. Akad. 1905, und
»Beiträge zur Theorie der Meeresströmungen«. Ann. d. Hydr. usw. 1906,
sollen im folgenden kurzweg als Abh. I, II, III bezeichnet werden.

Digitized by Google

Herrn Schiötz unbeachteten Untersuchungen nicht näher erwähnen, falls er nicht später gegen dieselben Einwände erheben sollte. Die mathematischen Resultate, zu denen ich in denselben gekommen bin, sind jedenfalls mit den jetzt von Herrn Schiötz veröffentlichten übereinstimmend.

Herr Schiötz behauptet weiter, daß »Ekman die Kraft, womit der Wind das Wasser fortzuschleppen suchen wird, der Windstärke proportional setzt« und er hebt hervor, daß statt dessen die Geschwindigkeit der Luft relativ zum Wasser, also der Geschwindigkeitsunterschied, für die treibende Kraft maßgebend sein muß. Hinsichtlich der letzteren Bemerkung bin ich mit Herrn Schiötz ganz einverstanden. Ich habe in der Tat in allen drei Abhandlungen dieselbe Tatsache ausdrücklich hervorgehoben. Wie ich aber gleichzeitig angedeutet habe, ist es gerade die Windgeschwindigkeit relativ zum Wasser, die im allgemeinen auf dem Meere unmittelbar beobachtet wird, und es empfiehlt sich daher, eben diese Größe als gegeben anzunehmen. Um weitere Mißverständnisse zu vermeiden, bitte ich nun, sich daran zu erinnern, daß überall in den besprochenen Abhandlungen unter Richtung und Geschwindigkeit des Windes die relativ zum Wasser bestimmte Windrichtung bzw. Geschwindigkeit zu verstehen ist, selbst da, wo dies nicht ausdrücklich erwähnt werden sollte. Wenn man den Wind in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes versteht — also wie in etwa Schiffshöhe gemessen — so ist jedenfalls der Unterschied zwischen absoluter und relativer Windrichtung und Geschwindigkeit geringfügig, infolge der verhältnismäßig kleinen Geschwindigkeit des Wassers. Beim Ableiten der Beziehung $T = 0.0000032\ h^2$ zwischen Tangentialdruck T und Windgeschwindigkeit h (Abh. II) konnten daher die Windbeobachtungen ohne Berücksichtigung des nämlichen Unterschiedes benutzt werden, ohne daß die Genauigkeit dadurch merkbar beeinflußt wurde.

Herr Schiötz zieht es vor, statt des Windes in gewöhnlichem Sinne, die Luftbewegung gerade an der Oberfläche des Wassers als bekannt vorauszusetzen, und in diesem Falle ist es natürlicherweise notwendig, die absolute und die relative Luftbewegung genau zu unterscheiden. Eine solche Anordnung ist aber nicht notwendig und scheint mir in keiner Weise zweckmäßig. Denn unser Ziel ist doch, die Abhängigkeit der Strömungen von den wirklich beobachteten Winden (und nicht von den uns unbekannten Luftbewegungen unmittelbar an der Meeresoberfläche) zu untersuchen. Die Beziehung zwischen der (relativen) Windgeschwindigkeit in gewöhnlichem Sinne und dem vom Winde ausgeübten Tangentialdruck T läßt sich zwar nicht in einfacher Weise genau berechnen, aber kann doch in erster Annäherung aus zugänglichen Beobachtungsergebnissen ermittelt werden. Die Beziehung zwischen T und der Luftbewegung unmittelbar oberhalb des Wassers ist uns dagegen vollständig unbekannt; denn wir wissen nicht einmal, ob eine Gleitung in der Grenzfläche stattfindet, oder ob die Geschwindigkeit von der einen zu der anderen Seite der Grenzfläche stetig variiert. Der von Herrn Schiötz S. 442 berechnete Ablenkungswinkel $\varepsilon =$ etwa 27° hat daher in der Tat keine reale Bedeutung.

Mit dem, was oben gesagt ist, glaube ich sämtliche von Herrn Schiötz gegen meine Berechnungen erhobenen Einwände beantwortet zu haben.

Herr Schiötz beschränkt sich aber nicht auf die erwähnten kritischen Bemerkungen; er ermittelt auch Lösungen der hydrodynamischen Gleichungen, aus welchen er schließt, daß unter gewissen Voraussetzungen der stationär gewordene Strom in der Windrichtung gehen muß. Hierzu sei sogleich bemerkt, daß auch die von mir gegebenen Lösungen Spezialfälle in sich einschließen, wo der Strom mehr oder weniger vollständig mit dem Winde gleichgerichtet ist. Die von Herrn Schiötz berechneten Resultate widerlegen nur dann die von Nansen und mir entwickelte Auffassung, wenn es sich zeigt, daß sie dem normal auftretenden Falle entsprechen. Von diesem Gesichtspunkte aus gestatte ich mir, nun dieselben zu untersuchen.

Die zwei ersten von Herrn Schiötz behandelten Aufgaben setzen u. a. voraus, daß das Meer bodenlos ist, oder daß keine Reibung am Boden wirkt. Die ermittelten Lösungen ergeben eine in allen Tiefen gleiche Stromgeschwin-

digkeit. Sie entsprechen daher keinen wirklichen Verhältnissen; denn in einem wirklichen Meere von endlicher Tiefe würden sie mit Reibung am Meeresboden verbunden sein. Die Unbrauchbarkeit der besprochenen Lösungen geht auch daraus hervor, daß sie eine mit dem Winde gleiche Stromgeschwindigkeit ergeben. Herr Schiötz bemerkt wohl, daß dabei nur die Luftbewegung gerade an der Meeresoberfläche in Frage kommt. Da die bezüglichen Lösungen voraussetzen, daß der Wind keinen Tangentialdruck auf das Wasser ausübt, so muß aber die Windgeschwindigkeit in allen Höhen bis an die Meeresoberfläche gleich sein.

Den dritten und letzten von Herrn Schiötz behandelten Fall müssen wir ein wenig eingehender erörtern. Es wird in demselben ein Meer von gleichmäßiger Tiefe vorausgesetzt, auf das ein Wind von konstanter Richtung und Geschwindigkeit längs eines streifenförmigen Gebietes einwirkt. Am Meeresboden wird die Stromgeschwindigkeit gleich Null angenommen. Das Windgebiet soll in der Windrichtung so langgestreckt sein, daß wir es annähernd als endlos betrachten können. Schon wegen dieser letzteren Annahme lassen sich keine allgemein gültigen Schlußfolgen aus der Lösung der Aufgabe ziehen. Ich habe in Abh. II und III gezeigt, daß in diesem besonderen Falle das Wasser, mit Ausnahme einer Bodenschicht und einer Oberflächenschicht, sich in der Windrichtung bewegen wird. Herr Schiötz ermittelt die vollständige Lösung (Gl. 23, b) der Bewegungsgleichungen unter den genannten Voraussetzungen, und man wird sich leicht davon überzeugen, daß dieselbe mit meiner eigenen Lösung (Abh. II, Gl. 13) identisch ist. Diese Lösung stellt die Summe zweier Bewegungszustände dar. Der eine, der »Gradientstrom«, wird von einem konstanten Druckgradienten allein verursacht; der andere, der »reine Triftstrom«, wird vom Winde ohne Mitwirkung des Gradienten hervorgerufen. Es bleibt nun nur noch übrig, diese beiden Teile in solcher Weise zusammenzusetzen, daß den Grenzbedingungen genügt wird.

Es ist klar, daß bei stationärer Bewegung die Geschwindigkeit des Gradientstromes und des reinen Triftstromes, also auch Wind und Druckgradient, in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen müssen. Denn, da das Meeresniveau unveränderlich sein soll, wird die nötige Arbeit vom Winde allein geleistet, dagegen sowohl vom Gradientstrome wie vom Triftstrome verbraucht, d. h. in Wärme verwandelt. In den von Herrn Schiötz benutzten Bezeichnungen läßt sich die genannte Bedingung so ausdrücken, daß $\psi_2(\infty)$ einen von den Grenzbedingungen der Aufgabe abhängigen, ganz bestimmten Wert haben muß. Herr Schiötz setzt nun, »um die Rechnungen zu vereinfachen«, $\psi_2(\infty) = 2c\varrho$. Daß aber diese Annahme den Voraussetzungen seiner Aufgabe nicht genügt, wird man leicht finden. Am deutlichsten geht dies aus dem von Herrn Schiötz besonders besprochenen Falle hervor, wo $\frac{\mu l}{\pi}$ eine große Zahl ist, das will mit meinen Bezeichnungen sagen, wo die Meerestiefe im Verhältnis zur Reibungstiefe groß ist. In diesem Falle fließt die ganze Wassermenge, mit Ausnahme einer Bodenschicht, in der Längsrichtung des betrachteten Meeresgebietes. In der Bodenschicht aber wird der Strom überwiegend nach der einen Seite von dieser Richtung abgelenkt, und zwar so, daß die vorausgesetzte Neigung der Meeresoberfläche vermindert werden muß. Die gefundene Bewegung ist also nicht stationär. Die gemachte Annahme führt ferner zu dem von Herrn Schiötz selbst hervorgehobenen Resultat, daß der Oberflächenstrom nach Geschwindigkeit und Richtung dem Winde gleich wird, oder, was auf dasselbe herauskommt, daß der Wind auf die Bewegung keine Einwirkung hat. Die von Herrn Schiötz gelöste Aufgabe stellt also nur den Fall dar, wo das Wasser infolge eines ursprünglich vorhandenen Niveauunterschiedes in Bewegung gesetzt wird, bis allmählich der Gleichgewichtszustand wieder hergestellt ist, und die Niveauunterschiede ausgeglichen worden sind. Wenn während einer solchen Bewegung ein Wind entsteht von gerade derselben Geschwindigkeit und Richtung wie die des Stromes — und der also den Strom überhaupt nicht beeinflußt — so fließt auch der Strom in der Richtung dieses Windes! Wenn die Meerestiefe geringer ist, so

Digitized by Google

wird wohl in dem von Herrn Schiötz behandelten Falle das Wasser teilweise vom Winde in Bewegung gesetzt, aber doch nicht genügend, um die Bewegung stationär zu erhalten.

Die von Herrn Schiötz ermittelten Lösungen stützen also in keiner Weise die alte Ansicht, nach welcher die Triftströmungen den Windrichtungen zu folgen suchen müssen.

In bezug auf die Abhandlung von Herrn Mohn kann ich mich nunmehr sehr kurz fassen. Seine Einwände gegen die statistische Bearbeitung der Eistriftbeobachtungen der »Fram«-Expedition sowie der Strombeobachtungen am Adler-Grund lassen sich in der Weise zusammenfassen, daß andere Umstände als der Wind die Stromrichtung beeinflußt haben können. Hierzu genügt es zu bemerken, daß solche Wirkungen so gut wie angängig, und wahrscheinlich sehr effektiv, eliminiert worden sind, indem die sehr zahlreichen Beobachtungen sich auf alle möglichen Windrichtungen beziehen.

Ein Vergleich zwischen dem Fünfmastvollschiff „Preußen" und der Fünfmastbark „Potosi" auf den Reisen nach der Westküste Südamerikas und zurück.

Von Kapt. **M. Prager**, Assistent der Deutschen Seewarte.

Die Rekordreisen der neuesten deutschen Seglertypen, vertreten durch das Fünfmastvollschiff »Preußen« und die Fünfmastbark »Potosi«, haben in dem letzten Jahrzehnt schon verschiedentlich Veranlassung gegeben, Vergleiche zwischen diesen und anderen Segelschiffsarten aufzustellen. Die Untersuchungen haben zu dem Resultat geführt, daß mit der über andere Seglertypen hinausragenden Größe und durch die in letzter Zeit in der Bauart großer Segelschiffe angewandte Technik auch die besten Segeleigenschaften verbunden sind. Die Beschreibung einzelner schneller Reisen der »Potosi« s. »Ann. d. Hydr. usw.« 1896 S. 201, 1898 S. 491 und 505, 1902 S. 25; der »Preußen« 1903 S. 188 und 385, 1905 S. 1 und 532, 1907 S. 235. Es scheint daher angebracht, um noch eine vorhandene Lücke auszufüllen, daß auch noch ein Vergleich, wie in der vorliegenden Arbeit versucht worden ist, zwischen den beiden größten deutschen Seglern in bezug auf ihre Segeleigenschaften aufgestellt wird. Besonders eignet sich zu diesem Versuch die bisher regelmäßige Fahrt der beiden Segelschiffe nach der Westküste Südamerikas und zurück, zumal mit dem vorläufigen Ausscheiden der »Preußen« aus dieser Fahrt weitere Vergleiche nicht angestellt werden können.

Um zu den in den Tabellen gegebenen Resultaten zu gelangen, sind die auf den zehn bisher ausgeführten Reisen an Bord der »Preußen« sowie die auf den zehn letzten Reisen der »Potosi« geführten meteorologischen Tagebücher benutzt worden. Für die Ausreisen ist die Länge von Lizard als Ausgangspunkt angenommen worden, ebenso schließen die Heimreisen mit diesem Längengrade ab. Die Sammlung des Materials fand in der Weise statt, daß von Lizard ab bis zum Bestimmungsort jede von Wache zu Wache gesegelte Distanz ausgezogen wurde. Jedoch wurde, um eine bessere Übersicht zu gewinnen, das Material nach verschiedenen Strecken zusammengefaßt, und zwar für die Ausreisen: von Lizard bis zur Linie, von der Linie bis 50° S-Br., von 50° S bis 50° S-Br. rund Kap Horn und von 50° S-Br. bis zum Bestimmungsort. Für jeden dieser Abschnitte ist die Zeitdauer und die Anzahl der gemessenen Seemeilen in den Tabellen gegeben, woraus sich die mittlere Fahrtgeschwindigkeit berechnen ließ. Für die Heimreisen sind die Strecken, wie üblich, etwas anders gewählt, nämlich: vom Abgangsort bis Kap Horn, von Kap Horn bis zur Linie und von der Linie bis Lizard. In den letzten Spalten der Tabellen ist die Dauer der Aus- und Heimreisen, die ganze durchlaufene Entfernung in Seemeilen und die Durchschnittsfahrt für einen Tag und eine Stunde eingetragen.

Digitized by Google

Ausreisen des Fünfmastvollschiffes »Preußen«.

Ab Lizard nach	Bis Linie Tage	Gesegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm	Bis 50° S-Br. Tage	Gesegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm	Bis 50° S-Br. rund Kap Horn Tage	Gesegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm	Bis Iquique usw. Tage	Gesegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm	Reisedauer Tage	Ganze durchsegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm
Iquique 5. VIII.— 7. X. 1902	22.2	4183	188	7.8	22.1	4049	183	7.6	9.0	1731	192	8.0	10.3	2108	204	8.5	64.0	12071	188.6	7.9
« 5. III.—30. IV. 1903	**13.2**	3302	**250**	**10.4**	23.0	3754	163	7.0	10.3	1854	180	7.6	10.0	2008	200	8.3	**56.5**	10918	193.2	8.1
Tocopilla 26. VIII — 6. XI. 1903	26.3	4171	158	6.6	22.0	4170	190	8.0	11.5	1855	161	6.7	12.1	**2269**	188	7.8	72.3	**12465**	172.4	7.2
« 2. III.— 5. V. 1904	16.3	3542	217	9.0	22.0	3894	177	7.4	**8.0**	**1358**	169	7.0	16.0	2168	135	5.6	62.3	**10962**	175.9	7.3
Iquique 11. IX.—11. XI. 1904	26.0	**4244**	162	6.7	19.3	4206	**217**	**9.0**	**8.0**	1685	**210**	**8.7**	**7.3**	1939	**265**	**11.1**	61.0	12074	**197.9**	**8.3**
Iquique 5. III.—21. V. 1905	21.0	3135	163	6.8	21.0	3609	171	7.1	16.0	2500	156	6.5	**20.0**	2219	**111**	**4.6**	78.0	11763	152.5	6.3
« 16. IX.—22. XI. 1905	**27.3**	3838	141	5.9	**18.0**	**3533**	196	8.1	10.0	1836	184	7.7	12.0	2144	179	7.5	67.3	11351	168.7	7.0
Taltal 21. III.—28. V. 1906	18.1	3358	186	7.7	**30.0**	**4652**	**155**	**6.5**	10.3	1535	149	6.2	10.0	**1579**	158	6.6	68.4	11124	162.7	6.8
« 23. IX.—30. XI. 1906	26.1	3748	144	6.0	22.2	3822	172	7.2	8.3	1617	195	8.1	11.3	1791	158	6.6	68.3	10978	160.7	6.7
« 11. V.—28. VII. 1907*)	27.0	**3186**	**118**	**5.0**	21.0	3816	182	7.6	**20.0**	**2507**	**125**	**5.2**	11.3	1899	168	5.2	**79.3**	11408	**143.8**	**5.9**
Mittel:	22.4	3701	173	7.2	22.1	3951	181	7.6	11.1	1848	172	7.2	12.0	2012	177	7.2	67.7	11511	171.6	7.2

Ausreisen der Fünfmastbark »Potosi«.

Ab Lizard nach	Bis Linie Tage	Gesegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm	Bis 50° S-Br. Tage	Gesegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm	Bis 50° S-Br. rund Kap Horn Tage	Gesegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm	Bis Iquique usw. Tage	Gesegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm	Reisedauer Tage	Ganze durchsegelte Distanz Sm	Durchschnittsfahrt pro Tag Sm	Durchschnittsfahrt pro Std. Sm
Iquique 4. V.— 2. VII. 1901	20.3	3243	160	6.7	23.3	3919	168	7.0	**8.3**	**1271**	153	6.4	12.0	1942	162	6.8	63.9	**10375**	162.3	6.8
« 30. I.—25. IV. 1902	29.1	**3224**	**111**	**4.6**	25.3	3848	**152**	**6.3**	**21.3**	**2231**	**105**	**4.4**	14.1	2246	159	6.6	**85.2**	11549	**135.5**	**5.6**
« 25. IX.—10. XII. 1902	**30.4**	3988	131	5.5	22.2	3746	169	7.0	11.5	1926	167	7.0	11.1	**1628**	147	6.1	75.2	11288	150.1	6.2
« 15. IV.—20. VI. 1903	**16.5**	3413	**207**	**8.6**	**27.0**	**4464**	165	7.0	11.0	1653	150	6.2	12.3	2218	180	7.5	66.8	11748	175.8	7.3
« 5. XI. 1903—10. I. 1904*)	29.0	**4223**	145	6.0	**17.3**	**3715**	215	**9.0**	13.0	1932	149	6.2	13.0	2035	157	6.6	72.3	11875	164.2	6.8
Iquique 24. V.— 1. VIII. 1904	21.0	3623	151	6.3	20.3	4333	213	**9.0**	11.3	2018	178	7.4	13.3	2279	171	7.1	66.6	**12253**	**184.0**	**7.7**
Taltal 20. I.—20. III. 1905	18.3	3481	189	8.0	25.0	3986	159	6.6	9.0	1695	**188**	**7.8**	11.5	1964	171	7.1	**63.8**	11126	174.4	7.3
Iquique 24. IX.— 4. XII. 1905*)	29.2	4056	139	5.8	24.4	4075	167	7.0	12.0	1724	144	6.0	**10.0**	2040	**204**	**8.5**	75.6	11895	157.3	6.5
« 19. VI.—21. VIII. 1906*)	25.3	4089	161	6.7	19.0	4121	**217**	**9.0**	9.3	1686	181	7.5	14.3	2166	151	6.3	67.9	12062	177.6	7.4
« 5. VI.—20. VIII. 1907*)	28.3	4010	142	5.9	25.3	4290	170	7.1	9.0	1520	169	7.0	**17.2**	**2381**	**138**	**5.8**	79.8	12201	152.9	6.4
Mittel:	25.0	3735	154	6.4	22.9	4050	180	7.5	11.6	1766	158	6.6	12.9	2090	164	6.8	71.7	11637	163.4	6.8

*) Endeten tatsächlich in Valparaiso.

Digitized by Google

Heimreisen des Fünfmastvollschiffes »Preußen«.

Nach Lizard	Bis Kap Horn	Gesegelte Distanz	Durchschnittsfahrt		Bis Linie	Gesegelte Distanz	Durchschnittsfahrt		Bis Lizard	Gesegelte Distanz	Durchschnittsfahrt		Reisedauer	Ganze durchsegelte Distanz	Durchschnittsfahrt	
			pro Tag	pro Stunde			pro Tag	pro Stunde			pro Tag	pro Stunde			pro Tag	pro Stunde
ab	Tage	Sm	Sm	Sm	Tage	Sm	Sm	Sm	Tage	Sm	Sm	Sm	Tage	Sm	Sm	Sm
Iquique 25. X. 1902—11. I. 1903	21.4	**3613**	169	7.0	**30.0**	4655	**155**	**6.5**	**27.0**	4061	150	6.2	78.4	12329	157.2	6.6
» 14. V.—21. VII. 1903	18.0	3107	172	7.2	26.0	**4107**	158	6.7	25.2	4207	167	6.9	69.2	11418	165.0	6.9
» 20. XI. 1903—3. II. 1904	23.0	3287	143	6.0	27.3	**4927**	181	7.5	23.3	4293	184	7.6	74.0	**12507**	169.0	7.0
Tocopilla 18. V.—6. VIII. 1904	**26.5**	3107	**117**	**4.9**	27.0	4790	177	7.4	26.1	4243	161	6.7	**80.3**	12140	**151.2**	**6.3**
Iquique 23. XI. 1904—3. I. 1905	22.0	3169	144	6.0	25.0	4313	172	7.2	**22.0**	4265	**194**	**8.1**	69.0	11747	170.2	7.1
Iquique 1. VI.—17. VIII. 1905	20.3	3141	155	6.5	23.0	4411	192	8.0	33.0	4209	**128**	**5.3**	76.3	11764	151.2	6.5
» 2. XII. 1905—10. II. 1906	18.2	3245	178	7.4	29.4	4584	156	**6.5**	22.4	**3855**	172	7.2	70.4	11684	165.9	7.0
Taltal 11. VI.—22. VIII. 1906	**15.3**	**2795**	**183**	**7.6**	22.3	4148	186	7.7	35.0	**4732**	135	5.6	73.0	11675	160.0	6.7
» 16. XII. 1906—16. II. 1907	17.0	2797	164	6.8	22.0	4472	**203**	**8.4**	22.2	**3855**	174	7.3	**61.2**	**11124**	181.7	7.6
Iquique 5. XI. 1907—6. I. 1908	17.3	2938	170	7.2	**20.4**	4108	202	**8.4**	24.0	4453	185	**8.1**	62.1	11499	**185.1**	**7.8**
Mittel:	19.9	3120	159	6.7	25.2	4451	178	7.4	26.0	4217	165	6.9	71.4	11789	165.9	7.0

Heimreisen der Fünfmastbark »Potosi«.

Nach Lizard ab	Bis Kap Horn Tage	Gesegelte Distanz Sm	pro Tag Sm	pro Stunde Sm	Bis Linie Tage	Gesegelte Distanz Sm	pro Tag Sm	pro Stunde Sm	Bis Lizard Tage	Gesegelte Distanz Sm	pro Tag Sm	pro Stunde Sm	Reisedauer Tage	Ganze durchsegelte Distanz Sm	pro Tag Sm	pro Stunde Sm
Iquique 17. VIII.—1. XI. 1901	18.0	3072	171	7.1	29.3	4866	166	7.0	29.0	3938	136	5.7	76.3	12876	155.6	6.5
» 9. VI.—22. VIII. 1902	21.2	3127	147	6.1	22.0	4263	194	8.1	31.2	3953	127	**5.3**	74.5	11343	152.3	6.4
» 26. XII. 1902—11. III. 1903	**28.2**	3244	**115**	**4.8**	26.1	4317	165	6.9	**21.3**	3922	184	7.7	76.0	11483	151.1	6.3
» 5. VII.—30. VIII. 1903	**16.0**	**2997**	**187**	**7.9**	**18.3**	4311	**236**	**9.8**	**21.3**	4025	**189**	**7.9**	**56.0**	11333	**202.3**	**8.4**
Caleta Buena 12. II.—25. IV. 1904	18.3	3359	183	7.6	24.0	4434	185	7.7	31.0	**4649**	150	6.3	73.3	12442	169.7	7.1
Iquique 14. VIII.—7. XI. 1904	25.0	**3963**	158	6.6	30.0	**4988**	166	7.0	31.0	4347	140	5.8	86.0	**13298**	154.6	6.5
Caleta Buena 13. V.—4. VIII. 1905	25.0	3501	140	5.8	23.3	4537	195	8.1	**34.5**	4358	**126**	**5.3**	83.2	12396	149.0	6.2
Iquique 25. I.—20. IV. 1906	26.0	3342	128	5.3	32.0	4797	150	6.3	28.0	4291	153	6.4	86.0	12430	144.5	6.0
» 6. XII. 1906—19. II. 1907	22.1	3114	139	5.8	28.3	**4230**	150	6.3	24.0	**3606**	150	6.3	75.1	**10950**	145.8	6.1
» 24. XI. 1907—18. II. 1908	23.4	3297	141	5.9	**33.0**	4650	**141**	**5.9**	30.0	4213	141	5.9	**86.4**	12160	**140.8**	**5.9**
Mittel:	22.3	3302	151	6.3	26.6	4510	175	7.3	28.1	4130	150	6.3	77.3	12072	156.0	6.5

Zu bemerken wäre noch, daß, um einen Ausgleich herbeizuführen, eine Ausreise der »Preußen« und mehrere der »Potosi«, die schon in Valparaiso endeten, um ermittelte vier Tage Reisedauer vermehrt und 800 Sm Distanz (Valparaiso—Iquique) vergrößert wurden.

Eine Vergleichung der einzelnen in den Tabellen aufgeführten Reisen untereinander führt zu mancher Schlußfolgerung, unter anderem zu einem Urteil darüber, ob auf der Reise von und nach Europa ungünstige Winde oder Windstillen einen beträchtlichen Einfluß auf die Dauer der Reise ausgeübt haben. Auch würde eine Gegenüberstellung des durchschnittlich kürzesten Seglerweges[1]) von Lizard bis Iquique und von Iquique bis Lizard mit der auf jeder Reise gesegelten Gesamtdistanz eine mehr oder weniger große Abweichung davon ergeben, woraus sich mit Sicherheit feststellen läßt, ob günstige oder ungünstige Windrichtungen der Fahrt förderlich oder hinderlich gewesen sind. Die ungefähre Länge des direkten Seglerweges von Lizard bis Iquique beträgt 9620 Sm, von Iquique bis Lizard 10 945 Sm, wobei zu bemerken ist, daß der beträchtlich längere Weg Iquique bis Lizard hauptsächlich durch den Nordostpassat im Nordatlantischen Ozean verursacht wird.

Ein nach dem Kanal bestimmtes Schiff wird wenige Grad nördlich von der Linie schon nach Westen hin abgedrängt werden, wodurch sich die zu durchlaufende Wegstrecke beträchtlich vergrößert; überhaupt wird in den einzelnen Jahreszeiten die Länge des direkten Seglerweges hauptsächlich von den verschiedenen Windverhältnissen im Nordatlantischen Ozean abhängig sein. In geringerem Maße gilt das allerdings auch von den Windverhältnissen im Südatlantischen und Stillen Ozean. Insbesondere wird eine schnelle Umsegelung von Kap Horn auf der Ausreise für die Dauer der ganzen Reise von wesentlichem Einfluß sein. Einige Vergleiche aus den Tabellen mögen zur Erklärung des Gesagten dienen, z. B.:

Ausreisen der »Preußen«.

	Tage	Gesegelte Distanz Sm	Direkter Weg Sm	Mehr gesegelt Sm
2. Reise . . .	56.5	10 918	9620	1298
4. « . . .	62.3	10 962	9620	1342
Unterschiede	5.8	44	—	44

Die 5.8 Tage, die die vierte Reise mehr beanspruchte, sind in diesem Falle auf flaue Winde und Windstillen während der Reise anzurechnen, denn die Entfernungen sind fast gleich. Stellt man dagegen die vierte und fünfte Ausreise der »Preußen« nebeneinander, so ergibt sich,

	Tage	Gesegelte Distanz Sm	Direkter Weg Sm	Mehr gesegelt Sm
4. Reise . . .	62.3	10 962	9620	1342
5. « . . .	61.0	12 074	9620	2454
Unterschiede	1.3	1 112	—	1112

daß der Weg, den »Preußen« auf der fünften Reise zurücklegte, um 1112 Sm länger war als auf der vierten Reise. Dieser beträchtliche Unterschied ist auf die der Kursrichtung mehr entgegengesetzt wehenden Winde zurückzuführen.

Zu der Umsegelung von Kap Horn, 50° S-Br. bis 50° S-Br., hat »Preußen« auf der zweiten, der schnellsten Ausreise 2.3 Tage mehr gebraucht als auf der vierten Ausreise, auf der die Umsegelung nur 8 Tage beanspruchte. Aber diese Einbuße ist durch größere Schnelligkeit auf den anderen Strecken reichlich wett gemacht, da die Reisedauer nur 56.5 Tage beträgt. Die nächstbeste Ausreise von 61.0 Tagen Reisedauer, aber 12 074 Sm durchsegelter Distanz, 2454 Sm mehr

[1]) Weiterhin kurz als »direkter Seglerweg« bezeichnet.

als der direkte Weg, ist die fünfte Reise der »Preußen« nach Iquique. Dafür gilt aber die Durchschnittsfahrt für den Tag und für die Stunde von 197.9 und 8.3 Sm als eine außergewöhnliche Leistung. Auf anderen Ausreisen der »Preußen«, z. B. der zweiten und zehnten, fällt die Dauer der Umsegelung von Kap Horn, der Unterschied beträgt 9.7 Tage, schon beträchtlich ins Gewicht, ebenso bei der neunten und zehnten Ausreise, 8.3 gegenüber 20 Tagen.

Für die Ausreisen der »Potosi« lassen sich natürlich gleiche Vergleiche aufstellen.

Für die Heimreisen von Iquique bis Lizard beträgt die ungefähre Entfernung auf dem direkten Seglerwege 10 945 Sm, also um 1325 Sm ist die Heimreise länger als die Ausreise. Durch Unterschiede zwischen der durchsegelten Distanz und dem direkten Weg ist auch für eine Heimreise leicht festzustellen, ob sie unter günstigen oder ungünstigen Windverhältnissen ausgeführt wurde. So ergeben einige Heimreisen der »Potosi« folgende Resultate.

	Tage	Gesegelte Distanz Sm	Direkter Weg Sm	Mehr gesegelt Sm
2. Reise . . .	74.5	11 343	10 945	398
4. « . . .	56.0	11 333	10 945	388
Unterschiede	18.5	10	—	10

Bei fast gleicher durchsegelter Distanz ist bei der 2. Reise das Mehr von 18.5 Tagen offenbar auf flaue Winde und Windstillen anzusetzen; anders dagegen bei fast gleicher Reisedauer der 1. und 9. Reise

	Tage	Gesegelte Distanz Sm	Direkter Weg Sm	Mehr gesegelt Sm
1. Reise . . .	76.3	12 876	10 945	1931
9. « . . .	75.1	10 950	10 945	5
Unterschiede	1.2	1 926	—	1926

Das Mehr von 1926 Sm auf der 1. Reise ist auf die ungünstigen Windrichtungen anzurechnen. Aus den angeführten Beispielen läßt sich im allgemeinen also der Nachweis führen, daß Unterschiede in der Reisedauer bei fast gleichen zurückgelegten Entfernungen auf flaue Winde und Windstillen während der Reise zurückzuführen, dagegen Unterschiede in den durchsegelten Distanzen bei fast gleicher Reisedauer auf ungünstige der Kursrichtung entgegengesetzte Winde anzusetzen sind.

Um noch festzustellen, auf welchem Abschnitt einer Reise beträchtliche Verzögerungen eingetreten sind, ob im Nord- oder Südatlantischen Ozean, bei Kap Horn oder im Stillen Ozean, brauchen nur die in den Tabellen angegebenen gesegelten Distanzen mit den nachstehend angeführten direkten Wegstrecken verglichen zu werden. Die direkten Segler-Entfernungen sind folgende:

	Lizard bis Linie Sm	Linie bis 50° S. Sm	50° S bis 50° S-Br. rund Kap Horn Sm	50° S-Br. bis Iquique Sm	
Ausreise	3345	3500	630	2145	= 9 620 Sm.

	Iquique bis Kap Horn Sm	Kap Horn bis Linie Sm	Linie bis Lizard Sm	
Heimreise	2820	4030	4095	= 10 945 Sm.

Als Beispiel sei die Heimreise der »Potosi« im Jahre 1901 angenommen.

	Iquique bis Kap Horn Sm	Kap Horn bis Linie Sm	Linie bis Lizard Sm
Gesegelte Distanz	3072	4866	3938
Direkter Weg	2820	4030	4095
	mehr 252	mehr 836	weniger 157

somit sind besonders auf dem Reiseabschnitt Kap Horn bis zur Linie Verzögerungen in dem Fortgang der Reise eingetreten.

Wie verschieden die Dauer der Ausreisen beider Schiffe in den einzelnen Monaten und wie groß die Abweichung vom Mittel — mittlere Reisedauer der Aus- und Heimreisen beider Schiffe — ist, ergibt sich aus nachstehender Zusammenstellung. Die Zahlen für »Preußen« sind kursiv gedruckt.

Ausreise ab Lizard.

Monat	Januar Tage	März Tage	April Tage	Mai Tage	Juni Tage	August Tage	September Tage	November Tage
Mittel 69.7 Tage	59.2 85.2	*56.5* *62.3* *68.4* *78.0*	67.2	59.3 69.3 *79.3*	63.3 76.3	*64.0* *72.3*	*61.0* *67.3* *68.3* 72.0 75.2	66.3

Heimreise ab Iquique.

Monat	Januar Tage	Februar Tage	Mai Tage	Juni Tage	Juli Tage	August Tage	Oktober Tage	Novemb. Tage	Dezemb. Tage
Mittel 74.3 Tage	86.0	73.3	*69.2* *80.3* 83.2	*73.0* 74.5 *76.3*	56.0	76.3 86.0	*78.4*	*62.1* *69.0* *74.0* 86.4	*61.2* *70.4* 75.1 76.0

Verglichen mit dem Mittel, würden sich für die Ausreisen folgende Unterschiede ergeben:

für die Ausreisen Mittel 69.7 Tage

Monat	Januar Tage	März Tage	April Tage	Mai Tage	Juni Tage	August Tage	September Tage	Novemb. Tage
Mittel 69.7 Tage	— 10.5 + 15.5	*— 13.2* *— 7.4* *— 1.3* *+ 8.3*	— 2.5	— 10.4 — 0.4 *+ 9.6*	— 6.4 + 6.6	*— 5.7* *+ 2.6*	*— 8.7* *— 2.4* *— 1.4* + 2.3 + 5.5	— 3.4

für die Heimreisen Mittel 74.3 Tage.

Monat	Januar Tage	Februar Tage	Mai Tage	Juni Tage	Juli Tage	August Tage	Oktober Tage	Novemb. Tage	Dezemb. Tage
Mittel 74.3 Tage	+ 14.7	— 1.0	*— 5.1* *+ 6.0* + 8.9	*— 1.3* + 0.2 *+ 2.0*	— 18.3	+ 2.0 + 11.7	*+ 4.1*	*— 12.2* *— 5.3* *— 0.3* + 12.1	*— 13.1* *— 3.9* + 0.8 + 1.7

\+ bedeutet: Die Reisedauer war länger als das Mittel von 69.7 Tagen.
— « « « « kürzer « « « « 69.7 «

Zur bequemeren Übersicht könnten nun noch die Mittel der Reisedauer aus den einzelnen Reiseabschnitten für Aus- und Heimreisen verglichen werden, woraus sich ergibt, welches der beiden Schiffe durchschnittlich schnellere Reisen auf den einzelnen Strecken gemacht hat.

Ausreisen, mittlere Reisedauer.

	Lizard bis Linie Tage	Linie bis 50° S-Br. Tage	50° S bis 50° S-Br. rund Kap Horn Tage	50° S-Br. bis Iquique Tage	Lizard bis Iquique Mittel Tage
»Potosi«	25.0	22.9	11.6	12.9	71.7
»Preußen«	22.4	22.1	11.1	12.0	67.7
Unterschiede	+ 2.6	+ 0.8	+ 0.5	+ 0.9	+ 4.0

Digitized by Google

Heimreisen, mittlere Reisedauer.

	Iquique bis Kap Horn	Kap Horn bis Linie	Linie bis Lizard	Iquique bis Lizard Mittel
	Tage	Tage	Tage	Tage
»Potosi«	22.3	26.6	28.1	77.3
»Preußen«	19.9	25.2	26.0	71.4
Unterschiede	+ 2.4	+ 1.4	+ 2.1	+ 5.9

Obige Resultate ergeben die Wahrscheinlichkeit, daß »Preußen« gegenüber »Potosi« durchschnittlich auf allen Strecken eine etwas größere Fahrtgeschwindigkeit erreicht hat, was sich auch aus der nächsten Aufstellung der »Durchschnittsfahrten« nachweisen läßt.

Durchschnittsfahrten auf den Ausreisen.

	Lizard bis Linie		Linie bis 50° S-Br.		50° S bis 50° S-Br. r. Kap Horn		50 S-Br. bis Iquique		Lizard bis Iquique	
	p. Tag Sm	p. Std. Sm	p. Tag Sm	p. Std. Sm	p. Tag Sm	p. Std. Sm	p. Tag Sm	p. Std. Sm	p. Tag Sm	p. Std. Sm
»Preußen« . . . } Mittel	173	7.2	181	7.6	172	7.2	177	7.2	171.6	7.2
»Potosi« . . . . } Mittel	154	6.4	180	7.5	158	6.6	164	6.8	163.4	6.8
Unterschiede	+ 19	+ 0.8	+ 1	+ 0.1	+ 14	+ 0.6	+ 13	+ 0.4	+ 8.2	+ 0.4

Durchschnittsfahrten auf den Heimreisen.

	Iquique bis Kap Horn		Kap Horn bis Linie		Linie bis Lizard		Iquique bis Lizard	
	p. Tag Sm	p. Std. Sm	p. Tag Sm	p. Std. Sm	p. Tag Sm	p. Std. Sm	p. Tag Sm	p. Std. Sm
»Preußen« . . . } Mittel	159	6.7	178	7.4	165	6.9	165.9	7.0
»Potosi« . . . . } Mittel	151	6.3	175	7.3	150	6.3	156.6	6.5
Unterschiede	+ 8	+ 0.4	+ 3	+ 0.1	+ 15	+ 0.6	+ 9.3	+ 0.5

Somit läßt sich das Gesamtergebnis aus den letzten Zusammenstellungen dahin zusammenfassen, daß die größten deutschen Segler, beide auf derselben Werft und für dieselbe Reederei erbaut, einander an Leistungsfähigkeit fast gleich stehen. Will man indes der »Preußen« eine Überlegenheit gegenüber der »Potosi« zusprechen — das Ergebnis einer größeren Durchschnittsgeschwindigkeit von 0.4 Sm auf den Ausreisen und 0.5 Sm auf den Heimreisen, läßt es nicht ganz unberechtigt erscheinen — dann muß dieser Vorteil vermutlich in der größeren Segelfläche sowie in dem größeren Bruttogehalt der »Preußen«, 5081 B. T., »Potosi«, 4026 B. T., und darum in dem Beharrungsvermögen, welches »Preußen« in höherem Maße besitzt, zu suchen sein.

Hebung der Kimm und Luftspiegelungen in der Nordsee.

Von Kapitän Frhr. v. Schrötter.

Nach dem der Deutschen Seewarte eingesandten Meteorologischen Journal wurde auf S. M. S. »Zieten« beim Kreuzen zwischen den Fischerflotten nördlich von Borkum und auf Borkum Reede, wo man um 3h 40min N. ankerte, beobachtet:

Wind		Barom.	Therm.	Temperatur Luft	Temperatur Wasser	Bemerkung
am 9. V. 1907						
12h mittags	SW 3	763.4	17.7	12.5	7.8	
4h N.	SW 1	64.5	17.0	13.0	9.3	
8h N.	SzO 2	63.9	14.2	10.4	9.2	
12h mittern.	SO 2	64.2	15.0	11.0	9.0	

Digitized by Google

Wind		Barom.	Therm.	Temperatur Luft	Temperatur Wasser	Bemerkung
am 10. V. 1907						
4h V.	S-lich 1—2	764.9	17.0	11.2	8.2	Während des ganzen Nachmittags
8h V.	SzO 1	64.0	17.7	13.9	8.5	fanden bei einer Temperatur von 18°
12h mittags	SSO 1	63.5	19.0	18.5	9.6	am ganzen Horizont ganz außerordent-
4h N.	SO 1	63.0	26.5	20.3	9.0	liche Luftspiegelungen statt, welche ganz
8h N.	O 1	62.5	26.0	16.3	10.2	besonders im SW ausgeprägt waren. —
12h mittern.	SO 2	62.0	28.0	14.3	11.0	Die Kimm war, wie durch Messungen

festgestellt wurde, 27′ gehoben. Schiffe und andere Objekte nahmen bereits nach kurzer Zeit, nachdem sie in unmittelbarer Nähe passiert wurden, ganz sonderbare Formen an.

Da in diesem Falle tatsächliche Messungen und sehr wertvolle, zuverlässige Beobachtungen über gehobene Kimm vorlagen, erbat sich die Deutsche Seewarte vom Kommando S. M. S. »Zieten« eingehendere Berichte über die beobachteten Erscheinungen, woraufhin von Oberleutnant z. S. Heinemann und Steuermann Schwarz noch weitere Mitteilungen eingingen, die noch durch private Auskünfte ergänzt, hier zusammengefaßt wiedergegeben werden.

Nebenstehende, von Steuermann Schwarz entworfene Skizze (Fig. 1), zeigt die Stelle, an der die Kimm wie gebrochen erschien, hier wurde die Hebung der einen Kimm über die anscheinend ungehobene »natürliche Kimm« auch gemessen. Die gehobene Kimm verlief von WNW über W bis SSO ungebrochen. Die Messung konnte gleich beim Beginn der Luftspiegelungen ausgeführt werden. Auch an anderen Objekten wurde versucht, Messungen anzustellen, was aber wegen der verzerrten, beständig sich ändernden Bilder mißlang.

Fig. 1.

Natürliche Kimm.
27′
WNW
Gehobene Kimm
S.M.S. „Zieten"

Alle am Horizont sichtbaren Fahrzeuge wuchsen bei Beginn der Erscheinung allmählich in die Höhe, bis sich Spiegelbilder abtrennten; die Spiegelbilder und die direkten Bilder der Schiffe berührten sich mit den Mastspitzen. Nach oben zu wurden die Spiegelbilder undeutlich und verschwommen; da wo sich die verkehrtstehenden mit den aufrechtstehenden Masten zu berühren schienen, waren die Bilder ziemlich deutlich. In der Breite wurden die Gegenstände kaum verändert. Aber nicht nur Fahrzeuge in der Kimm, sondern auch solche, die nach Schätzung nur 400 bis 600 m vom Beobachter entfernt waren, sahen aus wie in der Luft schwebende, zerfetzte Lappen oder Blumensträuße. Namentlich im südwestlichen Quadranten veränderte sich die Form der Spiegelbilder sehr schnell, so daß es mitunter ein Vibrieren zu nennen war. Im nordwestlichen Quadranten dagegen behielten die Spiegelbilder ihre Formen länger bei. Die Bojen, z. B. die Riffgat-Tonne, erschien noch auf 1 Sm Entfernung um das Doppelte länger.

Beim Beginn der Spiegelungen war die Kimm ziemlich scharf, fing aber während des weiteren Verlaufs der Erscheinung an zu wogen und war später überhaupt nicht mehr wahrzunehmen, da die Luft bis zu 4 m über der See jene flimmernde, wellenartige, aufstrebende Bewegung annahm, wie man das regelmäßig über stark erhitzten Sandflächen (z. B. auch im Suezkanal) beobachten kann. Diese wogende Luftschicht über dem Wasser machte den Eindruck einer weißlich gelben Dunstmasse, die von der darüber befindlichen »kälteren« Luftschicht durch eine flimmernde Linie getrennt erschien. — In einer solchen Atmosphäre waren Abstandsschätzungen nicht mehr möglich, da außerdem auch noch Fahrzeuge über dem Horizont sichtbar wurden von denen vorher nur die

Mastspitzen zu erkennen waren. Der Abstand von den in der Nähe befindlichen Bojen wurde erheblich unterschätzt.

Betrachtet man die gewöhnliche Spiegelung an einem ruhigen, klaren Sommermorgen, der nach einer wolkenlosen, sternklaren Nacht anbricht, so sieht man die Gegenstände eines entfernten Ufers nach unten zu gespiegelt (vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 160). In diesem Falle lagert eine durch ungehinderte Ausstrahlung stark abgekühlte obere Luftschicht über einer sehr dünnen, erwärmten Luftschicht, die ihre recht beträchtlich höhere Temperatur von der weniger schnell abkühlenden Wassermasse unter ihr zugeführt erhält. Der Strahlengang von den Gegenständen am anderen Ufer zu dem Auge des Beobachters ist in diesem Falle ein umgekehrter, als der gewöhnliche, bei dem die Luft vom Meere (oder von der Erde) nach oben zu zwar auch, aber in sehr allmählicher Abstufung kälter und zugleich dünner und dadurch weniger brechend wird. Die dünne, über dem Wasser lagernde, warme Luftschicht verursacht in diesem Falle eine Umkehrung des Strahlenganges und eine Spiegelung nach unten. — Wenn nun das umgekehrte Verhältnis vorherrscht und eine stark erwärmte Luftschicht über einer durch das bedeutend kältere Wasser ebenfalls andauernd kühl gehaltene Luftschicht lagert, so tritt alsdann auch eine Spiegelung nach oben ein, was ja auch tatsächlich von S. M. S. »Zieten« aus so vorzüglich beobachtet und beschrieben worden ist. Aber wir haben es hier nicht nur mit einer einfachen Spiegelung sondern auch mit einer Hebung der Kimm zu tun. (Die ausführlichen Beschreibungen und Erklärungen der einzelnen getrennten Erscheinungen »Spiegelung«, »Hebung« und »Senkung« der Kimm finden sich in dem schon angezogenen Artikel dieser Zeitschrift, Jahrg. 1905.) Oberleutnant Heinemann berichtet, daß die deutlich erkennbare, erhitzte, wogende, weißliche Luftschicht mindestens 4 m hoch zu beobachten war. Man wird aber nicht fehl gehen, wenn man dieser Schicht, da sie das Bestreben hat, nach oben zu steigen, eine größere Mächtigkeit zuerkennt, als mit dem Auge allein beobachtet werden konnte. Da die Beobachter auf der 6,5 m hohen Kommandobrücke von S. M. S. »Zieten« oder auf Deck standen, so kann man mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß sie sich in der erhitzten Luftschicht befanden, und für sie muß dann auch eine, den ungewöhnlich starken Temperaturunterschieden zwischen Luft in Augeshöhe und Luft direkt über Wasser, entsprechende, beträchtliche Hebung der Kimm vorhanden gewesen sein, was die vorliegenden Beobachtungen ja gleichfalls bestätigen. Ob aber die um 27′ höhere Kimm nur allein durch »Hebung«, oder durch »Spiegelung«, was letzteres am wahrscheinlichsten ist, über die niedrigere Kimm gehoben erschien, läßt sich vorerst noch nicht ermitteln, die Tafel II von Koß und Thun-Hohenstein (vgl. »Ann. d. Hydr. usw.« 1901 S. 167) reicht im vorliegenden Falle zur Entnahme der Kimmtiefenkorrektion und zum Vergleich mit der gemessenen Kimmtiefe nicht aus. Wahrscheinlich liegen die Verhältnisse in diesen und ähnlichen Fällen noch verwickelter, als hier auseinandergesetzt werden konnte; z. B. würde man mit Sicherheit ein ganz anderes Bild der Erscheinungen erhalten, die Spiegelungen und Verzerrungen der Formen an den Gegenständen nicht wahrgenommen, ja selbst die hinter dem Horizont befindlichen Schiffe nicht gesehen haben, wenn sich ein Beobachter über der erhitzten Luftschicht etwa in der Mars oder in der Höhe der Bramsaling befunden hätte. Diese Behauptung beruht nicht allein auf Kombination der herrschenden physikalischen Verhältnisse für den vorliegenden Fall, sondern sie ist auch unter ähnlichen Brechungsverhältnissen allgemein gültig, wie die einwandsfreien Beobachtungen von Kapitän Reinicke zu Neufahrwasser von 1899 bis 1901 (vgl. »Ann. d. Hydr. usw. 1903 S. 558 bis 559) beweisen. Reinicke konnte mehrfach feststellen, daß die Spiegelung oder Hebung der Halbinsel Hela nur in bestimmter Augeshöhe sichtbar war, während von einem höheren Standpunkte aus alles sein gewohntes Aussehen hatte. Es ist für die Beobachtung dieser Phänomene von hohem Wert zu wissen, daß im Bereiche der anormalen brechenden Luftschichten Spiegelungen auftreten und mitunter Gegenstände zu sehen sind, die gewöhnlich hinter dem Horizont liegen müßten, die bei einem höheren Standpunkte wieder verschwinden oder erst bei einer sehr viel größeren Augeshöhe wieder ungespiegelt

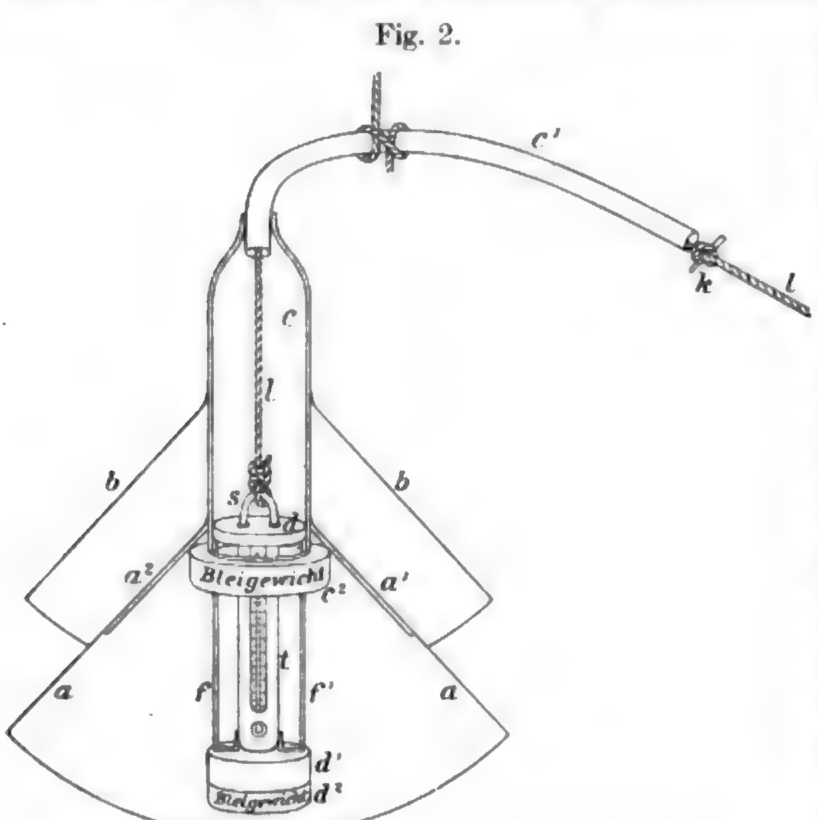
Digitized by Google

auftauchen. Man kann auf diese Weise durch Verlegung der Augeshöhe ausprobieren, wo die die normale Refraktion störende Luftschicht oben aufhört. Zur Erklärung der verzerrten, stellenweise verhältnismäßig stabilen, anderwärts beständig sich ändernden Formen, muß man überlegen, daß bei leisem Zuge eine Mischung der Luftschichten und ein Ausgleich ihrer Temperaturunterschiede nicht überall, sondern nur strichweise, nämlich da, wo mehr Wind herrscht, eintreten kann, und daß sich dann die Schichten strichweise in labilem Gleichgewicht befinden müssen. Diese strichweise Verteilung der ungleichen Refraktionsverhältnisse äußerte sich durch die gebrochene und doppelte Kimm in WNW, wo nördlich von der Bruchstelle ein Ausgleich der starken Temperaturunterschiede stattgefunden haben wird, und durch die besonders stark auftretenden Spiegelungen und Verzerrung der Formen der Fischerfahrzeuge im Südwestquadranten. In dieser Gegend wird also die stärkste Erwärmung der unteren Luftschichten stattgefunden haben und damit auch die kräftigste nach oben gerichtete Ausgleichbewegung eingetreten sein, was ja auch an dem Aufwärtswogen der Luftmasse und an den fast vibrierenden Spiegelbildern der Fischer und der Tonnen beobachtet werden konnte. Was nun schließlich die für die Navigierung wichtigste Feststellung der aufmerksamen Beobachter auf S. M. S. »Zieten« anlangt, nämlich die Beobachtung, daß man unter derartigen anormalen Refraktionsverhältnissen den Abstand von Gegenständen, die innerhalb des Horizonts liegen, unterschätzt, so ist diese Erscheinung am einfachsten zu erklären. Man schätzt die Entfernung eines bekannten Objektes nach der Größe, oder besser nach der Größe des Gesichtswinkels, unter dem es erscheint. Je größer der Gesichtswinkel, desto kleiner ist der Abstand des Beobachters vom Objekt und umgekehrt. Wenn also unter normalen Brechungsverhältnissen der Seemann sich eine gute Übung im Abschätzen des Abstandes von Land, Schiffen und Seezeichen angeeignet hat, so wird er unter Brechungsverhältnissen in den unteren Luftschichten, die eine Verlängerung, »ein Emporwachsen« der Schiffe und Seezeichen erzeugen, seinen Abstand von letzteren auch folgerichtig »unterschätzen«, d. h. sich näher heranschätzen, als er in Wirklichkeit steht.

Aus allem was in diesen Annalen und auch in anderen Veröffentlichungen über das Refraktionsphänomen in dem Luftmeere neuerdings bekannt geworden ist, kann man feststellen, daß es im Luftmeere ebenso wie im Meere verschieden temperierte Schichten »Sprungschichten« gibt, daß aber in den untersten Luftschichten, namentlich bei anormalen Verhältnissen, also bei Windstillen und Sonnenschein usw., wenig exakte Messungen der Temperatur in den verschiedenen Höhenlagen gemacht worden sind. Solche Messungen sind aber zum weiteren Studium der Spiegelungen, Hebungen und Senkungen der Kimm unbedingt notwendig und würden von großem praktischen Nutzen für die Navigierung, namentlich in der Landnähe, sein. Es kommt also darauf an, eine Methode zu ersinnen, die einfach und handlich, zugleich aber auch einigermaßen genau genug ist und unbeeinflußt durch die Nähe des Schiffskörpers und der Takelage die Lufttemperaturen möglichst gleichzeitig oder schnell hintereinander in verschiedenen Höhenlagen festzustellen gestattet. Wollte man dazu gewöhnliche Thermometer, durch Schutzdach gegen direkte Strahlung geschützt, anwenden, so würde der etwa in der Höhe des Flaggenknopfes erlangte Stand des Instruments durch die verschieden erwärmten Luftschichten, die es beim Niederholen passieren muß, derartig beeinflußt werden, daß die Unterschiede zwischen den Temperaturen der darunterliegenden Schichten gar nicht, oder fast nicht mehr festzustellen sind. Maximal- und Minimalthermometer sind zu teuer, nicht überall an Bord vorhanden und das Arbeiten mit ihnen ist umständlich und nicht jedem geläufig. Eine geeignete Vorrichtung für unsere Zwecke muß ein jedes an Bord befindliche Luftthermometer derartig schützen, daß es die Temperatur schnell annimmt, dann aber zur Zeit der Ablesung derartig arretiert werden kann, daß es beim Niederholen, oder beim Hängen an der Signalrah und beim Heranholen von außenbords an die Reeling von den Temperaturen der Luftschichten, die es dabei passiert, absolut unbeeinflußt bleibt. Verfasser schlägt dazu folgende einfache Schutzvorrichtung für das Thermometer vor, die er in anderer Form zur

Messung hoher Temperaturen in selbsterhitzten Kohlenmassen mit Erfolg erprobt hat. Man klebt sich aus Pack- oder Schreibpapier zwei Schirme von der Form a und b in nebenstehender Figur 2 zusammen. Die Schirme haben den Zweck, das Thermometer vor Strahlung und plötzlichem Regen zu schützen und doch immer die Luft aus der Umgebung herangelangen zu lassen. Der Schirm b ist auf die Papierhülse c aufgeklebt, die wieder auf ein gebogenes Metallrohr c^1 aus Kupfer oder Messing aufgeklebt ist. Die Hülse c ist an ihrem unteren Ende durch umgewickeltes Plattlot beschwert, das mit Papier überklebt und gehalten wird, der Schirm a ist durch 2 oder 3 Holz- oder Rohrstreben a^1 und a^2 an der Hülse c befestigt, damit nach oben freie Luftzirkulation unter Schirm b besteht. Der eigentliche in die Hülse c vollkommen hineinschiebbare Thermometerhalter besteht aus den beiden dicken, runden Holzscheiben d und d^1, die durch Holz- oder Rohrstöckchen f und f^1 zusammengehalten werden. Unter dem Boden des Thermometerhalters ist ein Bleigewicht d^2 (siehe Figur 2) aus Plattlotscheiben untergenagelt. In diesem Halter wird das Thermometer mit Segelgarn zwischen die Stützen f und f^1 angebändselt. Durch das obere Brettchen des Thermometerhalters ist ein kleiner Stropp durch zwei Löcher gezogen, eingespleißt und oben zu einem Auge zusammengebändselt; an seinem unteren Teil kann der Kopf des Thermometers befestigt werden, durch das Auge s über dem Brettchen d wird die untere Part der durch das Metallrohr c^1 geschorenen Flaggleine angesteckt. Der obere Tamp der Flaggleine wird derartig um das Metallrohr c^1 festgesteckt, daß das ganze Instrument und die herunterhängende untere Part der Flaggleine sich das Gleichgewicht halten. Der Thermometerhalter muß willig und vollkommen, auch mit dem Gewicht d^2, in die Schutzhülse hineinpassen. Nachdem der Apparat zurechtgeklebt und das Thermometer eingepaßt ist, werden alle Teile, am besten durch Eintauchen in ein Gefäß mit Leinöl, ordentlich durchgeölt und dann trocknen gelassen, worauf es des besseren Aussehens wegen mit einer Bordfarbe braun oder marinegrau übermalt wird. Diese Schutzvorrichtung des Thermometers hat vor Holz und Metall den Vorzug der größeren Leichtigkeit, ist ebenso dauerhaft wie aus Holz oder Metall, kann aber leicht mit Bordmitteln billig hergestellt und repariert werden. Einwandsfreie Resultate wird man mit diesem Apparat natürlich nur unter gewissen Vorbedingungen erlangen, nämlich nur auf Schiffen, die vor Anker liegen oder in Stillten und in Mallung treiben. Dampfer in Fahrt wirbeln die Luftmassen derartig durcheinander, daß man nur sehr grobe Mittelwerte der Temperaturen aller möglicher Luftschichten, die über eine Fläche von 2 bis 3 Sm verteilt waren, günstigenfalls erhalten kann. Bei Windstärke 3 haben Temperaturmessungen in verschiedenen Höhenlagen nur dann noch einen Wert, wenn über dem Wasser die Windstärke gering ist, oder noch Stille herrscht, was auch des öfteren vorkommt. (Vgl. den Bericht der Hamburger Viermastbark »Lisbeth« vom 23. Juli 1903 in dieser Zeitschrift vom Jahre 1905 S. 165 u. 166.)

Fig. 2.



Zum Gebrauch bindet man das Thermometer in dem Halter fest, zieht den Tamp der Flaggleine durch das Metallrohr c und steckt ihn in das Auge s fest, holt das Gestell so weit in die Hülse hinein, daß der Boden d^2 verschwindet,

Digitized by Google

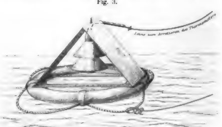
um das sichere Funktionieren zu prüfen, dann fiert man durch Aufschlecken der Leine den Halter wieder herunter, so daß das Thermometer frei in der Luft eben vom unteren Schirm bedeckt ist und der obere Teil in der Hülse steckt und noch gute Führung behält, schlägt mit der Bucht der Leine einen Knoten k vor das Ende der Röhre c^1 und steckt einen Knebel durch, um ein schnelles Lösen zu ermöglichen. Durch den Knoten k wird der Thermometerhalter in seiner richtigen Stellung zum Messen gehalten. Die obere Part der Flaggleine wird, wie schon gesagt, um das Metallrohr c^1 festgesteckt und der Apparat in die Höhe geheißt, in der die Temperatur der Luft gemessen werden soll; dabei ist es zweckmäßig, wenn der Mast zum Heißen benutzt wird, mit einer dritten dünnen Leine den Apparat frei vom Einflusse des Mastes mehr nach vorne zu holen, an der Nock einer Rah ist das natürlich nicht notwendig. Nach etwa 10^{min} dürfte das Thermometer die Temperatur der betreffenden Luftschicht angenommen haben. Um es abzulesen, holt man die untere Part der Flaggleine zuerst steif, wodurch der Halter mit dem Thermometer in die Hülse gezogen und der Teil der sie umgebenden Luftschicht mitgenommen wird. Dann fiert man ebenso stetig weg als man die untere Part einholt, schleckt, sobald man das Metallrohr c^1 in der Hand hält, die untere Part auf, wodurch das Gewicht d^2 den Halter aus der Hülse zieht und liest den Stand des Thermometers ab. Wenn man sehr genau ablesen will, dann kann man auch, um jede Parallaxe zu vermeiden, den Knebel vorher herausziehen, den Knoten lösen und darauf das Thermometer ganz aus der Hülse ziehen. Um Zeitverlust zu ersparen dürfte man sich aber auf die erste Ablesungsart beschränken, damit das Instrument zur weiteren Messung wieder schnell in eine andere Höhenlage geheißt werden kann. Heißen und Fieren des Apparats muß langsam und vorsichtig ausgeführt werden, um die Luftschichten durch hastige Bewegungen nicht gar zu sehr durcheinander zu mischen. Ganz wird sich das ja niemals vermeiden lassen. Am sichersten heißt man erst dicht am Mast hoch und holt dann mit dem Neerholer den Apparat langsam möglichst weit nach vorne in seine Lage, umgekehrt verfahre man beim Niederholen. Als Thermometer verwende man das Instrument, was man gerade an Bord hat, gewöhnlich wird es das Luftthermometer sein. Besonders empfehlenswert erscheinen die dünnen aber außerordentlich stabilen Stabthermometer, die trotzdem die Temperaturen sehr viel schneller annehmen und bei deren Gebrauch die Dimensionen des ganzen Apparats bedeutend verringert werden könnten.

Will oder muß man Temperaturmessungen ohne ein solches Instrument mit einem einfachen Luftthermometer in größeren Höhen über dem gewöhnlichen Standort des Thermometers anstellen, z. B. in der Mars oder in der Saling oder auf der Royalrah, dann empfiehlt sich noch am meisten die Schleudermethode, wobei das beschattete Thermometer etwa zwei Minuten lang im Kreise herumgeschleudert wird. Das gibt immerhin Näherungswerte, die besser als gar keine Messungen, oder Vermutungen nach dem Gefühl sind, obwohl dabei im Auge zu behalten ist, daß die Mächtigkeit der verschieden erwärmten Schichten durch diese Messungen mit in erster Linie festgestellt werden soll. Nach einzelnen zuverlässigen Beobachtungen z. B. nach denen von Biot und Arago, von denen Pernter in seiner »Meteorologischen Optik«, Heft II, S. 98 berichtet, handelt es sich mitunter um äußerst dünne Sprungschichten, oder um Schichtenverteilungen, die durch exakte Beobachtungen noch nicht nachgewiesen, sondern nur als wahrscheinlich, theoretisch als vorhanden angenommen worden sind. Sehr schwierig gestaltet sich die Feststellung der Temperatur jener kalten, mitunter auch warmen Luftschicht direkt über der Wasserfläche, denn von dem stets etwas rollenden und stampfenden Schiffe aus ist das Thermometer niemals genau genug in jener Schicht zu halten und wird daher auch nur sehr ungenaue Näherungswerte anzeigen. Außerdem ist zu erwägen, daß die Bewegungen des in Windstille auf See treibenden, oder auf der Seereede vor Anker liegenden Schiffes immer, sowohl die Oberflächenschicht des Wassers wie auch die unterste Luftschicht mit den ihnen zunächst liegenden Schichten durcheinander mischen werden. In der Nähe des Schiffes sind also derartige Messungen nicht einwandsfrei. Ich schlage

Digitized by Google

daher folgende Methode zur Erlangung möglichst unbeeinflußter Ablesungen vor. Der eben beschriebene Apparat wird, wie Fig. 3 erläutert, in ein aus drei Brettern zusammengenageltes Dreieck aufgehängt und auf einem Rettungsringe festgebunden. Eine dünne Leine wird, wie beschrieben, zur Arretierung des Thermometerhalters vor dem Einholen durch Röhre c[1] geschoren, am Auge des Thermometerhalters festgesteckt und der Knoten geschlagen. An einer Lot- oder

Fig. 3.



Zur Temperaturmessung der dünnen Luftschicht über dem Wasser.

Flaggleine, die an dem Rettungsringe angesteckt ist, wird letzterer über Bord gesetzt und dann vom Schiffe frei treiben gelassen. Wenn die Arretierleine schlack bleibt, hängt das Thermometer dicht über der Wasseroberfläche, ohne sie zu berühren und wird dann eine Temperatur anzeigen, die unabhängig ist von den durch die Bewegungen des Schiffes in dessen Nähe nachteilig beeinflußten Temperaturen. Will man das Thermometer ablesen, so holt man die Arretierleine zuerst steif und dann beide Leinen gleichmäßig ein. Die Ablesung erfolgt wie oben beschrieben wurde. An dem Rettungsring kann auch zugleich noch ein Thermometer zur Feststellung der Wassertemperatur angebunden werden, dann hat man gleich zwei sehr wichtige Faktoren, die bei den Refraktionserscheinungen die ausschlaggebende Rolle spielen, möglichst fehlerfrei festgestellt.

Zusammenfassung, worauf bei der Beobachtung von Luftspiegelungen und in der Berichterstattung, neben den Angaben im Meteorologischen Tagebuche, besonders zu achten ist.

1. Bei jeder Temperaturangabe muß die Höhe über Wasser, wo sie gemessen wurde, angegeben sein.
2. Temperatur dicht über dem Wasser.
3. Wassertemperatur.
4. Temperatur in Deckshöhe im Schatten, frei von der Bordwand.
5. « auf der Brücke « « « « « «
6. « in der Mars « « .
7. « in der möglichst größten Masthöhe im Schatten.
8. Fortlaufende Angaben über Windrichtung und -stärke während der Dauer der Erscheinung; ob die Wasseroberfläche gleichmäßig oder streifig und stellenweise entweder glatt oder gekräuselt, oder durch Wellen bewegt erschien; ob der Wind in der Höhe stärker als auf Deck und über dem Wasser zu fühlen war.
9. Feststellung der anormal brechenden Schicht durch Beobachtung des Phänomens in verschiedenen Augeshöhen.
10. Beschreibung der Erscheinung, wenn möglich mit Beigabe von Zeichnungen oder Photographien.
11. Messungen von Sonnen- oder Sternhöhen über der sichtbaren Kimm, zugleich mit etwaigen Angaben von Landpeilungen zur Kontrolle des Schiffsortes. Auch eingesandte, unausgerechnete Beobachtungen sind von gleichem Wert.

Digitized by Google

12. Messungen des Unterschiedes von zwei nebeneinander oder übereinander sichtbaren Kimmlinien.

13. Beschreibung des Zustandes der unteren Luftschichten, ob sie klar und durchsichtig sind, oder weißlich und dunstig, ob in Bewegung, aufsteigend flimmernd oder wogend. Ob die Kimm scharf oder zerrissen, zerhackt und wogend erscheint.

Angenäherte Darstellung des Hauptbogens in der Merkatorkarte.

(Hierzu Tafel 16.)

Die scharfe Berechnung des Kurses zum Steuern auf »größtem Kreise« (Hauptbogen) ist zwar von Hafen zu Hafen angezeigt und wohl meist ausgeführt, sie ist aber umständlich, sobald es sich darum handelt, nach einer Ortsbestimmung auf hoher See den kürzesten Weg nach dem nächsten Ziele schnell festzulegen. Eine wesentliche Vereinfachung tritt ein, wenn die Projektion des Hauptbogens in der Merkatorkarte als Parabelbogen angesehen werden kann. Daß dies praktisch in ziemlich weiten Grenzen statthaft ist, soll im folgenden nachgewiesen werden unter Hinzufügung einer für den vorliegenden Zweck besonders handlichen Konstruktion der Parabel.

Berechnung des Winkels μ zwischen dem Hauptbogen und der Loxodrome (Näherungsformel).

Formeln hierfür sind genügend vorhanden, es möge aber hier dem Zweck als Annäherungsmethode entsprechend eine Herleitung folgen. (Fig. 1 u. 2 Taf. 16.)

Es sei:

$\varrho = 57.3° =$ arc rad in Graden
$\varphi_1 =$ Breite, $L_1 =$ Länge } des Anfangspunktes (A)
$\varphi_2 =$ Breite, $L_2 =$ Länge } des Endpunktes (B)
$\omega =$ Azimut des Hauptbogens in A
$\zeta =$ » der Loxodrome in A
$s =$ Entfernung auf der Kugel
$\sigma =$ » in der Merkatorebene.

Ferner sei:

$\frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2) = \varphi =$ Mittelbreite
$L_2 - L_1 = \lambda =$ Längenunterschied.

Alle Winkel sind in Graden, die Entfernungen s und σ in Äquatorgraden zu verstehen. Es ergibt sich:

$$\varphi_2 - \varphi = \varphi_2 - \tfrac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2) = \tfrac{1}{2}(\varphi_2 - \varphi_1)$$

und weiter aus den Grundlagen der Projektion als Näherungswert:

$$s = \sigma \cos \varphi.$$

Die Winkel s, λ und $\varphi_2 - \varphi_1$ sind für die folgende Ableitung so klein genommen, daß ihre Sinus mit den Bögen vertauscht werden dürfen; inwieweit diese Annahme gerechtfertigt ist, damit die Methode praktische Brauchbarkeit behält, bleibt einer Erörterung — »Beurteilung der Genauigkeit der Näherungsmethode« und »Beispiel mit extremen Werten« — am Schluß dieser Abhandlung vorbehalten. So wird:

$$\sin \omega = \frac{\sin \lambda}{\sin s} \cos \varphi_2 = \frac{\lambda}{s} \cos \varphi_2$$

$$\sin \omega = \frac{\lambda \cos \varphi_2}{\sigma \cos \varphi}; \qquad \sin \zeta = \frac{\lambda}{\sigma}$$

$$\sin \omega - \sin \zeta = \frac{\lambda}{\sigma}\left(\frac{\cos \varphi_2}{\cos \varphi} - 1\right) = \frac{\lambda}{\sigma} \cdot \frac{\cos \varphi_2 - \cos \varphi}{\cos \varphi}.$$

Im Sinne der vorher getroffenen Bestimmung ist zu setzen:

$$\sin \omega - \sin \zeta = d \sin \zeta = \cos \zeta \, d \zeta = \frac{\omega - \zeta}{\varrho} \cos \zeta$$

$$\cos \varphi_2 - \cos \varphi = d \cos \varphi = - \sin \varphi \, d \varphi = - \frac{\varphi_2 - \varphi}{\varrho} \sin \varphi$$

$$= - \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2 \varrho} \sin \varphi$$

$$(\omega - \zeta) \cos \zeta = - \frac{\lambda (\varphi_2 - \varphi_1) \sin \varphi}{2 \sigma \cdot \cos \varphi}$$

$$\sigma . \cos \zeta = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\cos \varphi} \qquad \text{(Fig 2 Taf. 16)}$$

$$\zeta - \omega = \frac{\lambda}{2} \sin \varphi = \mu$$

Für die entgegengesetzte Richtung BA wechselt λ das Vorzeichen, daraus ergibt sich die

Zeichenregel: μ wird an beiden Endpunkten der Loxodrome angebracht, so daß der Hauptbogen auf der Polseite der Loxodrome zu liegen kommt. Schneidet die Loxodrome den Äquator, so werden beide Teile getrennt behandelt, der Schnittpunkt der Loxodrome mit dem Äquator als Kurspunkt festgehalten.

Angenäherte Gleichung des Hauptbogens (Fig. 3 Taf. 16).

Für die folgende Betrachtung sowie für die später anzugebende Konstruktion ist es praktisch, anstatt des Winkels μ die Höhe CD = p des gleichschenkligen Dreiecks ABC zu berechnen, dessen Grundlinie AB = σ und dessen gleiche Winkel = μ;

$$p = \frac{\sigma}{2} \operatorname{tg} \mu$$

und hinreichend genau:

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\mu}{\varrho}; \qquad p = \frac{\sigma \mu}{2 \varrho}$$

$$p = \frac{\sigma \lambda}{4 \varrho} \sin \varphi.$$

Nach Fig. 2 ist:

$$\lambda = \sigma \cdot \sin \zeta,$$

so daß auch gilt:

$$p = \frac{\sin \zeta \sin \varphi}{4 \varrho} \sigma^2$$

Es werde nun gesetzt:

$$p = 2 y; \qquad \sigma = 2 x,$$

und indem y und x als Koordinaten eines rechtwinkligen Systems mit dem Koordinatenanfang in der Mitte S der Linie CD aufgefaßt werden, ergibt sich die Gleichung des in Fig. 3 Taf. 16 durch die gestrichelte Kurve dargestellten Hauptbogens. Setzt man noch:

$$\frac{\varrho}{\sin \zeta \sin \varphi} = k = \text{konstant}^{1)}$$

so entsteht die Gleichung:

$$2 y = \frac{4 x^2}{4 k}; \qquad y = \frac{x^2}{2 k}!$$

Dies ist die Scheitelgleichung einer **Parabel**, deren Scheitel in S und deren Parameter = k.

Die Konstruktion (Fig. 4 Taf. 16)

beruht auf einer Eigenschaft der Parabel als Umhüllungslinie und gestaltet sich folgendermaßen:

Gegeben sind die Koordinaten des Anfangspunktes (A) φ_1 L_1 und des Endpunktes (B) φ_2 L_2. — A und B werden auf der Merkatorkarte bezeichnet, ihre

---

1) Dies trifft nicht völlig zu, da φ in den Grenzen des Breitenunterschiedes der Punkte D und S veränderlich ist; der entstehende Fehler ist aber ohne Bedeutung.

Entfernung σ mit beliebigem Maße, praktisch mit Linealmaßstab in Zentimetern mit einer Dezimalstelle, gemessen, und gleichzeitig die Mitte D vermerkt. Dann erfolgt die Berechnung:

$$p = \frac{\sigma \lambda}{4 \varrho} \sin \varphi; \qquad \log \frac{1}{4 \varrho} = 7.640 - 10;$$

p, ebenfalls in Zentimetern mit einer Dezimalstelle erhalten, wird in D senkrecht zu AB gezeichnet, der Endpunkt C mit A und B durch gerade Linien verbunden.

Jetzt werden auf AC von A aus beliebig große Stücke abgetragen, und diese gleichen Stücke auf CB von C aus, so daß $A P_1 = C Q_1$, $A P_2 = C Q_2$ usw. Zieht man nun die graden Verbindungen $P_1 Q_1$; $P_2 Q_2$ usw., so sind alle diese Linien Tangenten der Parabel, die sich dem gesuchten Kurs hinreichend genau anschmiegt; AC berührt in A, BC in B die Parabel. Werden die Stücke $A P_1$, $P_1 P_2$, $P_2 P_3$ usw. genügend klein gewählt, so sind die entstehenden Tangenten-Abschnitte unmittelbar als Kurslinie zu benutzen. Zur Berechnung von p genügen dreistellige Logarithmen.

Beispiel (Fig. 4 Taf. 16) entnommen dem »Leitfaden für den Unterricht in der Navigation«; Berlin 1905, E. S. Mittler & Sohn; S. 90 u. 91.

$\varphi_1 = 49° \; 58'$	$\sigma = 14.6$ cm	$1:4\varrho \ldots 7.640$
$\varphi_2 = 39 \;\; 17$	$\lambda = 71.4°$	$\sigma \ldots 1.164$
$\varphi_1 + \varphi_2 = 89° \; 15'$	$\varphi = 44° \; 38'$	$\lambda \ldots 1.854$
		$\sin \varphi \ldots 9.847$
$L_1 = 5° \; 12'$	NB. Das Zeichen ...	$p \ldots 0.505$
$L_2 = 76 \;\; 36$	deutet den	$p = 3.2$ cm
$\lambda = 71° \; 24'$	Logarithmus an.	

Beurteilung der Genauigkeit der Näherungsmethode.

Der Ausdruck $\mu = \frac{\lambda}{2} \sin \varphi$ stellt das Hauptglied einer Reihe für $\zeta - \omega$ dar, deren nächst wichtiges Glied[1]) $\tau = \frac{\lambda (\varphi_2 - \varphi_1)}{12 \varrho \cos \varphi}$ sein würde, das im ungünstigsten Falle (nämlich $\zeta = 45°$) die Form $\tau = \frac{\sigma^2}{24 \varrho}$ annimmt und somit den Maximal-Kursfehler des Näherungsverfahrens darstellt. Aus diesem Fehler ergibt sich gegenüber dem wahren Hauptbogen ein höchster Wegzuwachs: $v = \frac{30 \tau^2 \sigma}{\varrho^2}$ Seemeilen, oder: $v = \vartheta \sigma^5$ Seemeilen, worin $\log \vartheta = 1.684 - 10$ und σ in Äquatorialgraden verstanden ist, z. B.:

in Graden:	$\sigma = 40$	60	75
	$\ldots 1.602$	1.778	1.875
	$\vartheta \ldots 1.684$	1.684	1.684
	$\sigma^5 \ldots 8.010$	8.890	9.375
	$v \ldots 9.694$	0.574	1.059
in Seemeilen:	$v = 0.5$	3.8	11.4

Bei Anwendung der Näherungsmethode würden sich also gegen den wahren Hauptbogen bei einer Entfernung

von 40° ein höchster Wegzuwachs von 0.5 Seemeilen,
» 60° » » » » 3.8 »
» 75° » » » » 11.4 »

ergeben. Mit der letzten Entfernung von 75° dürfte die äußerste Grenze der Anwendbarkeit des Verfahrens überhaupt erreicht sein.

Als Beweis für die Brauchbarkeit des beschriebenen Verfahrens soll für ein

Beispiel mit extremen Werten

sowohl die gebrochene Linie (Fig 5 Taf. 16) $A Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 E$ als auch der Hauptbogen zwischen A und E berechnet werden.

[1]) Vgl. »Die conforme Doppel-Projektion der Trigonometrischen Abteilung der Königl. Preußischen Landesaufnahme; von Dr. O. Schreiber; Berlin 1897; Mittler & Sohn«.

Gegeben sind die Koordinaten des Anfangspunktes A und des Endpunktes E:

$L_1 = 0° 0'$; $\varphi_1 = 36° 38'$ N
$L_2 = 60 \;\; 0$; $\varphi_2 = 70 \;\; 0'$ "

Nach Messung der Entfernung (σ) dieser Punkte in der **Merkatorkarte** mit cm-Maßstab ergibt die Berechnung von O J = p:

	1 : 4 ρ . . . 7.640
σ = 17.0 cm ;	σ . . . 1.230
λ = 60.0 Grad ;	λ . . . 1.778
φ = 53.3 " ;	sin φ . . . 9.904
	p . . . 0.552
	p = 3.6 cm

Entsprechend der früheren Anweisung wird die Zeichnung (Fig. 5 Taf. 16) fertiggestellt, wobei zu bemerken, daß eine Vermehrung der Zwischenpunkte das Ergebnis günstig beeinflußt.

Die für die weitere Rechnung erforderlichen Koordinaten der Zwischenpunkte sind durch unmittelbare Messung mit dem Lineal-Maßstab bestimmt. Es ist durchaus notwendig, für den vorliegenden Zweck die **Koordinaten** und **nicht die Entfernungen zwischen den Punkten** zu messen, denn im letzteren Falle könnte durch Häufung von Abrundungsfehlern das Ergebnis völlig verdunkelt werden, während durch Messung und Rechnung nach Koordinaten, diese Fehler durch gegenseitiges Herausheben unschädlich sind.

Die nun folgende Berechnung bedarf einer Erklärung nicht.

Koordinaten der Schnittpunkte der Parabeltangenten.

L = Länge in Bogenminuten von A aus.
B = Vergrößerte Breite in Seemeilen.
φ = Breite.

	L	B	φ
A =	0'	2366'	36° 38'
Z_1 =	264	3008	44 45
Z_2 =	987	4115	56 23
Z_3 =	1857	4985	63 36
Z_4 =	2958	5705	68 28
E =	3600	5966	70 0

Berechnung der Tangentenabschnitte und der Loxodrome A E.

	A Z_1	Z_1 Z_2	Z_2 Z_3	Z_3 Z_4	Z_4 E	A E
L_2 =	264'	987'	1857'	2958'	3600'	3600'
L_1 =	0	264	987	1857	2958	0
$L_2 - L_1$ =	264'	723'	870'	1101'	642'	3600'
B_2 =	3008'	4115'	4985'	5705'	5966'	5966'
B_1 =	2366	3008	4115	4985	5705'	2366
$B_2 - B_1$ =	642'	1107'	870'	720'	261'	3600'
φ_2 =	44° 45'	56° 23'	63° 36'	68° 28'	70° 0'	70° 0'
φ_1 =	36 38	44 45	56 23	63 36	68 28	36 38
$\frac{1}{2}(\varphi_2 + \varphi_1) = \varphi$ =	40° 42'	50° 34'	60° 0'	66° 2'	69° 14'	53° 19'
Verbess. = v =	8	20	9	5	1	2 54
$\varphi + v$ =	40° 50'	50° 54'	60° 9'	66° 7'	69° 15'	56° 13'
$L_2 - L_1$ . . .	2.4216	2,8591	2,9395	3,0418	2,8075	.
$B_2 - B_1$ . . .	2,8075	3,0441	2,9395	2,8573	2,4166	.
tg ζ . . .	9.6141	9.8150	0.0000	0.1845	0.3909	0.00000
$L_2 - L_1$ oder $B_2 - B_1$ . . .	2,8075	3,0441	2.9395	3,0418	2.8075	3.55630
cosec ζ " sec ζ . . .	. 339	. 772	.1505	. 773	. 332	.15051
cos $(\varphi + v)$ . . .	9.8789	9,7998	9,6970	9.6073	9.5494	9.74512
s . . .	2.7203	2.9211	2.7870	2.7264	2.3901	3.45193
=	525.2'	833.9'	612.4'	532.6'	245.5'	2830.9'

Die Addition der Abschnitte gibt die gebrochene Linie A Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 E:

A Z_1 =	525.2	Die Berechnung der Loxodrome A E ergab:
Z_1 Z_2 =	833.9	
Z_2 Z_3 =	612.4	
Z_3 Z_4 =	532.6	
Z_4 E =	245.5	
S =	2749.6 Seemeilen	A E = 2830.9 Seemeilen.

Berechnung des Hauptbogens. (Fig. 6 Taf. 16.)

	1	2
φ_2 =	+ 70° 0′	+ 36° 38′
λ =	+ 60 0	− 60° 0′
tg φ_2 ...	0.43893	9.87132
1 : cos λ ...	.30103	.30103
tg ϑ ...	0.73996	0.17235
φ_1 =	+ 36° 38′	+ 70° 0′
ϑ =	+ 79 41.2	+ 56 4.9
$\vartheta - \varphi_1$ =	+ 43° 3.2′	− 13° 55.1′
tg λ ...	0.23856	0.23856 n
cos ϑ ...	9.25293	9.74664
1 : sin ($\vartheta - \varphi_1$) ...	.16578	.61882 n
tg ω ...	9.65727	0.60402
ω =	24° 25.7′	− 103° 58.5′
tg ($\vartheta - \varphi_1$) ...	9.97047	9.39412 n
1 : cos ω ...	. 4073	.61708 n
tg s ...	0.01120	0.01120
s =	45° 44.3′	
=	2744.3	Seemeilen

Formeln.

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\operatorname{tg} \varphi_2}{\cos \lambda}$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\operatorname{tg} \lambda \cos \vartheta}{\sin (\vartheta - \varphi_1)}$$

$$\operatorname{tg} s = \frac{\operatorname{tg} (\vartheta - \varphi_1)}{\cos \omega}$$

Zur Berechnung des Azimuts der Richtung E A in E sind φ_1 mit φ_2 und $+\lambda$ mit $-\lambda$ zu vertauschen.

Die doppelte Berechnung der Strecke s gewährt eine gute Rechenkontrolle.

Es ist hiernach:

Anfangskurs = ω_1 = 24° 25.7′
Endkurs = 180 + ω_2 = 76 1.5
Entfernung = s = 2744.3 Seemeilen.

Die Zusammenstellung der Ergebnisse des letzten Beispiels ergibt:

Loxodrome A E = 2830.9
gebr. Linie A Z_1 ... Z_4 E = 2749.6
Hauptbogen = 2744.3.

Der Kurs A Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 E ist also 5.3 Seemeilen länger als der Hauptbogen (das Minimum), dagegen 81.3 Seemeilen kürzer als die Loxodrome. Damit dürfte die Brauchbarkeit des vereinfachten Verfahrens erwiesen sein.

Königsberg i. Pr. 1908.

v. Kobbe
Oberstleutnant.

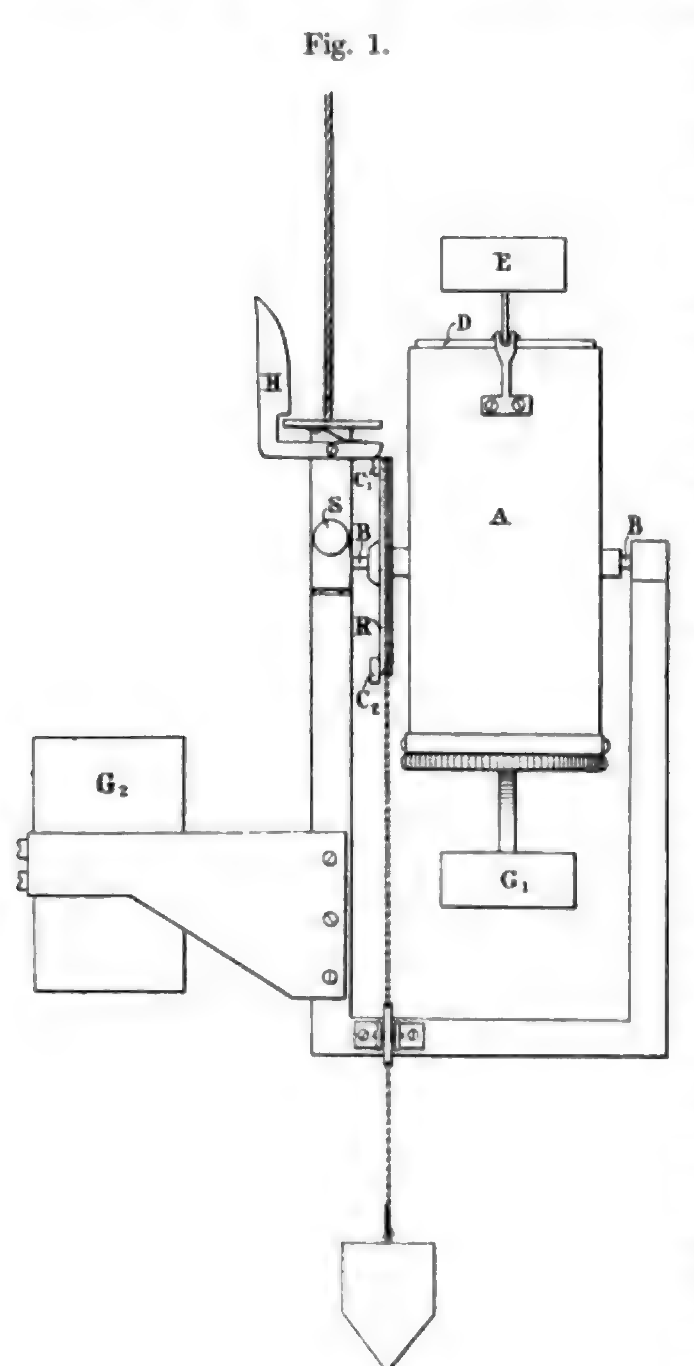
Ein Kipp-Photometer.

Von Wolfgang F. Ewald.

Das von mir im laufenden Jahrgang dieser Zeitschrift S. 125 u. ff. beschriebene Wasserphotometer hat inzwischen eine vereinfachende und verbessernde Umgestaltung erfahren. Ich halte es für meine Pflicht, die neue Ausführung alsbald zu veröffentlichen, damit nicht unnütze Mühe auf einen weniger vollkommenen Apparat verwendet wird. Ich habe das neue Kipp-Photometer bereits im Starnberger See bei München und in einigen Fjorden bei Bergen verwendet, und bei der Einfachheit der Konstruktion dürfte auch dem Gebrauch auf dem offenen Meere nichts entgegenstehen.

Das Grundprinzip des photometrischen Verfahrens ist gegen das alte Modell unverändert geblieben. Nur gestattet die Anordnung des Apparates die Verwendung einer 4 cm im Durchmesser großen Filterskala. Das Filter wird aus Pauspapier hergestellt, das eine bestimmte Transparenz besitzt und von dem sektorenweise verschieden viele (bis zu 9) Schichten übereinander geklebt werden. Dies Sektorenfilter kommt zwischen zwei Glasplatten in eine Fassung zu liegen. Die vom Licht abgewandte Platte enthält auf undurchsichtigem Grunde durchsichtige Ziffern, so daß auf dem lichtempfindlichen Papier, das auf die Fassung gelegt und dort durch eine Feder angedrückt wird, nacheinander die Ziffern 0 bis 9 erscheinen.

Fig. 1.



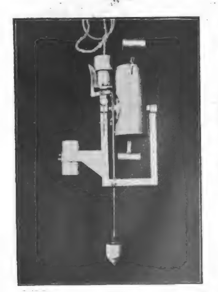
Der Expositionsapparat (Fig. 1) besteht aus einem Messingzylinder A, der um eine Achse B in einem Messingrahmen drehbar ist. Auf die gleiche Achse ist ein an der Peripherie gekerbtes Rad R montiert, in dessen Kerbe eine starkegeklöppelte und gewachste Seidenschnur liegt. Die Schnur ist am unteren Ende des Rahmens über eine Rolle geleitet und trägt ein kleines Bleigewicht. Dieses Gewicht hat die Tendenz, den Zylinder bis zum völligen Ablaufen der Schnur in einer Richtung herumzudrehen. Ein Hebel H, welcher in einen Anschlag C_1 des Messingrades eingreift, hält den Zylinder jedoch in einer gegebenen Stellung fest. Erst wenn ein Fallgewicht den Hebel etwas anhebt, wird diese Arretierung losgelassen, und der Zylinder kann, dem Zug des Gewichts folgend, eine Drehung machen, die jedoch nach einer halben Tour durch einen zweiten Anschlag des Hebels am Messingrade bei C_2 unterbrochen wird. Erst ein zweites Fallgewicht, welches den Hebel H auch über diesen Anschlag forthebt, bewirkt die weitere Drehung, die am Ende der zweiten halben Tour durch einen Anschlag, der mit dem ersten verbunden ist, gehemmt wird. Befand sich also der Zylinder am Anfang in der Stellung, daß die Expositionsöffnung nach unten lag, so ist er nach der ersten Auslösung in der Öffnungsstellung, mit nach oben gewendetem Lichtfilter. Erst das zweite Fallgewicht dreht die Öffnung wieder nach unten.

Der Verschluß wird sehr einfach bewirkt durch einen seitlich des Zylinders gelagerten Deckel D, der in einen Falz des Zylinders eingreift. Da er außerdem mit einer Gummiplatte ausgelegt ist, schließt er vollkommen lichtdicht. Er wird durch ein Gegengewicht E in der Schließungsstellung gegen die Öffnung des Zylinders A gedrückt, während das Gegengewicht ihn in der Öffnungstellung von selbst abhebt und in einem Winkel von 48° zum Einfallslot stellt, so daß eine Beschattung der Lichteinlaß-Öffnung ausgeschlossen ist. Beim zweiten Überkippen schließt er sich natürlich wieder automatisch. Ein Haken dient dazu, den Deckel beim Aufkommen des Instruments vor der Entnahme des lichtempfindlichen Papiers fest zu schließen. G_1 und G_2 sind Balanciergewichte.

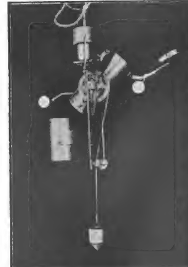
Digitized by Google

Das Laden geschieht, indem man das eine der beiden Lager, in denen der Zylinder rotiert, durch ein paar Drehungen der Schraube S öffnet und den Zylinder herausnimmt. Man kann ihn dann in einem Wechselsack oder einer Dunkelkammer mit Leichtigkeit laden, indem man den Bajonettverschluß des Zylinders A öffnet und den mit einem Gummistopfen verschlossenen inneren Glaszylinder herausnimmt. Dieser enthält Lichtfilter und empfindliches Papier. Wenn man sich zwei Schachteln macht, eine für exponiertes und eine für frisches Papier, läßt sich das Auswechseln ohne weiteres in einem Sack aus schwarzem Stoff vornehmen der zwei Öffnungen mit Gummizug für das Hineinstecken der Arme besitzt.[1]) Nach der Neuladung setzt man den Zylinder wieder in seinen Rahmen, zieht den Apparat durch eine ganze Umdrehung des Zylinders auf und hebt die Fallgewichte an, so daß der Arretierhebel einschnappt. Dann löst man den Sicherheitshaken und kann nun das Instrument herunterlassen. Ich habe in dieser Weise bis zu 10 Messungen in der Stunde erhalten.

Fig. 2. Fig. 3.



Kipp-Photometer, arretiert in Öffnungsstellung, mit gesichertem Deckel.



Kipp-Photometer, mit geöffnetem Deckel, in die Schließungsstellung übergehend.

Als lichtempfindliches Papier benutzte ich bisher mit Erfolg das »Lenta«-Gaslicht-Bromsilberpapier der »Neuen Photographischen Gesellschaft«, Steglitz-Berlin. Es hat eine mittlere Empfindlichkeit, die kurze Belichtungen (etwa 8 bis 20^{min} in 30 m, etwa 1 bis 15^{sek} in 1 m Tiefe) gestattet, und läßt sich doch bei Kerzenlicht entwickeln. Die Hervorrufung der Ziffern geschieht in einer Mischung von 3 ccm Rodinal, 100 ccm Wasser und 5 Tropfen Bromkaliumlösung 1 : 10. Nach der Entwicklung, welche 4^{min} dauert, werden die Blätter gewässert und dann fixiert. Als exponiert gilt die letzte, noch sichtbare Ziffer. Dieser Wert ist natürlich subjektiven Schwankungen unterworfen; jedoch ist eine Korrektur der Lesungen darin gegeben, daß die resultierende Kurve der Natur der Sache nach regelmäßig verlaufen muß. Die Versuchsfehler dürften sich immerhin in möglichen Grenzen halten. Meine Messungen haben gezeigt, daß bereits mäßige

[1]) Ich benutze neuerdings einen Kasten mit Schiebedeckel und einer Gelbscheibe, an dessen Schmalseiten zwei Ärmel mit Gummizug befestigt sind.

Digitized by Google

Unterschiede in der Transparenz verschiedener Gewässer wesentlich verschiedene Kurven ergaben. Zur Auswertung der Resultate empfehle ich die Formel $J = 0 : \frac{T}{N} = \frac{0 \cdot N}{T}$, worin 0 der mit einem käuflichen »Wynne Infallible Exposure-Meter« erhaltene Oberflächenwert in Sekunden,[1]) N die Opazität des letzten exponierten Sektors und T die Expositionszeit im Wasser ist. Man erhält auf diese Weise keine absoluten Werte, sondern nur Vergleichszahlen, wie man sie zum Aufstellen einer Absorptionskurve braucht. Das System hat aber den Vorzug, die verschiedenen Wirkungsgrade absolut verschiedener Lichtintensitäten sowie die Schwärzungskurven der photographischen Emulsionen aus der Berechnung auszuschalten. Absolute Werte können nur unter Berücksichtigung dieser komplizierten Faktoren erhalten werden. — Das »Infallible« Photometer beruht auf dem Prinzip, daß ein besonders präpariertes Bromsilberpapier nach Einwirkung einer gewissen Menge aktinischen Lichtes einen bestimmten Farbenton annimmt. Man vergleicht die Farbe des Papiers mit der eines bemalten Streifens von der betreffenden Farbe und bestimmt die Zeit, die es braucht, um die Farbe anzunehmen. Die Genauigkeit ist bei einiger Übung ausreichend, besonders wenn man bei Erreichung und bei Überschreitung der Normalfarbe die Zeit nimmt und dann interpoliert. Der Oberflächenwert muß je nach der Gleichmäßigkeit der Beleuchtung mehr oder weniger oft bestimmt werden. Am besten wäre natürlich ein selbstregistrierender Apparat. — Die Werte für N werden ein für allemal, etwa mittels eines optischen Photometers, ermittelt. Ich habe mich dazu vorläufig eines einfachen Fettfleckphotometers bedient. — Die Belichtungszeit hängt von der Transparenz des Wassers und dem Oberflächenwert ab. Es wird später wahrscheinlich möglich sein, unter Berücksichtigung dieser beiden Faktoren eine Expositionstabelle aufzustellen. Dabei wird die Transparenz ungefähr bestimmt werden können durch die Tiefe, in der der Apparat dem Auge entschwindet.

Ich möchte schließlich darauf hinweisen, daß es noch ein für diese Zwecke brauchbares System photometrischer Messung gibt, nämlich das Röhrenphotometer nach Eder. Es sollen sogar nach diesem System die genauesten Resultate erhalten werden. In meinem Instrument würde an Stelle des Lichtfilters ein 2 cm hoher Ebonitblock treten, der 9 Durchbohrungen von etwa 1 cm Weite erhält. Auf die eine Seite dieses Blockes wird eine Metallplatte geschraubt, die, entsprechend jeder Durchbohrung des Ebonits, eine Blendenöffnung von verschiedener Weite enthält. Auf diese Blendenplatte kommt noch eine Mattglasscheibe zu liegen, um das Licht diffus zu machen. Die andere Seite des Ebonitblockes wird von der Ziffernscheibe bedeckt, auf der das lichtempfindliche Papier liegt. Es ist anzunehmen, daß sich für dieses Photometer nur Bromsilberpapier verwenden läßt, da bei der geschilderten Anordnung sehr viel Licht verloren gehen dürfte. Ich bin leider einstweilen nicht in der Lage, das Edersche System für diese Zwecke zu prüfen, doch wollte ich es im allgemeinen Interesse nicht unerwähnt lassen.

Das neue Kipp-Photometer wird vom Mechaniker Joh. Magnussen, München, Türkenstraße 63, zum Preise von 50 ℳ geliefert. Die Anfertigung dauert höchstens 14 Tage. Künftige Instrumente werden wesentlich kürzer gebaut als das abgebildete und enthalten im Innenraum nur eine ganz unbedeutende Luftmenge, so daß die Druckfestigkeit für große Tiefen ausreicht.

München, Zoolog. Institut, Oktober 1908.

---

[1]) Dieser Wert bedarf einer noch genauer festzustellenden Reduktion, da je nach Wassertiefe, Transparenz und Farbe nur ein bestimmter Prozentsatz der Veränderungen des Oberflächenlichtes wirksam wird.

Beschreibung eines Drehtisches für Kompaßuntersuchungen.

Von Dr. H. Meldau, Bremen.

(Hierzu Tafel 17.)

Die Beschaffung eines neuen Drehtisches für die Seefahrtschule in Bremen zur Prüfung von Kompassen und Untersuchung von Nadelsystemen gibt mir Veranlassung, die getroffenen Einrichtungen unter Beifügung einiger photographischer Ansichten des Apparates hier kurz zu beschreiben.

Die Stütze des Apparates bildet ein gut fundierter Steinpfeiler von 82 cm Höhe. Auf ihn ist ein Messingkreis von 32 cm Durchmesser aufgeschraubt, in dessen Mitte, durch vier Speichen mit dem Kreise verbunden, ein kräftiger Drehzapfen angeordnet ist. Um diesen Zapfen ist die aus 2.5 cm starkem Holz gefertigte Tischplatte drehbar; sie wird durch fünf auf dem Messingkreise rollende Rädchen gestützt. Die Platte ist 125 cm lang und 46 cm breit. Der Drehpunkt fällt nicht mit dem Mittelpunkte der Platte zusammen, sondern ist gegen diesen um 10 cm in der Längsrichtung verschoben. Das Gleichgewicht wird durch ein in der Nähe des kürzeren Endes untergeschraubtes Bleigewicht hergestellt.

Zur Befestigung der Träger für die Kompensatoren ist zentrisch mit dem Drehpunkte unter die Tischplatte eine quadratische Zarge von der Breite des Tisches und 13 cm Höhe geschraubt. (Vgl. die Abbildungen auf Tafel 17.) Seitwärts sind an dieser Zarge die Konsolen für die gewöhnlichen (Querschiffs-) D-Korrektoren I und II — leicht abnehmbar — befestigt. Zwei gleiche Konsolen für die weiteren D-Korrektoren III und IV befinden sich an der Vor- und Achterkante der Zarge, weshalb an diesen Stellen geeignete rechteckige Öffnungen in die Tischplatte eingeschnitten sind. In die vordere dieser Öffnungen kann außerdem — nach Fortnehmen der Konsole — ein langer vertikaler Kasten eingesetzt werden zur Aufnahme einer Flindersstange von beliebiger Länge und in beliebigem Abstande vom Rosenmittelpunkte.

Während an der Außenseite der Zarge die Konsolen — aus starkem Messingblech gebogene und mit einer Stütze versehene Winkel — befestigt sind, hängen von der Innenseite der Zarge seitwärts und hinten drei Bretter mit Hakenpaaren zum Auflegen der Kompensationsmagnete herab.

Zum Ablesen des magnetischen Azimutes der Längsschiffslinie d. h. der Mittellinie des Tisches wird oben auf dem Drehzapfen eine Messingscheibe mit Gradeinteilung, nach dem magnetischen Meridian orientiert, festgeschraubt. Die ganze Einrichtung ähnelt also hierin der unteren, das Schiffsmodell tragenden Platte des Neumayerschen Deviationsmodells.

Zum Einhängen der Kompasse dient in der Regel ein auf die Tischplatte fest aufgesetztes und mit ihr sich drehendes Holzgestell, bestehend aus einem quadratischen Rahmen von der Breite des Tisches, auf dem sich zwei 24 cm hohe Stützen erheben. (Siehe die obere und die mittlere Abbildung auf Tafel 17.) Diese Stützen tragen oben ein Diopterpaar, mit dessen Hilfe der Tisch nach Miren im Meridian orientiert werden kann, worauf die Kreisscheibe festgeklemmt wird. Es sind vier Miren, entsprechend den magnetischen Richtungen N, S, O, W, an der Wand des Zimmers angebracht. Ihre Stellung kann mit Hilfe einer umlegbaren Normalrose kontrolliert werden. Sie leisten insbesondere bei der Prüfung der Zentrierungen gute Dienste.

In den erwähnten Stützen sind horizontale Messingbalken mit Schneiden und v-Rinnen zum Einhängen der Kompasse verschiebbar.

Für manche Untersuchungen ist es bequemer, bei feststehendem Kompaßkessel zu beobachten. Es ist deshalb ein Messingbügel zum Einhängen der Kompasse vorgesehen, der auf dem Teilkreis und zugleich mit diesem festgeschraubt werden kann, so daß der in ihn eingehängte Kompaßkessel an den Drehungen des Tisches nicht teilnimmt. (Vgl. die untere Abbildung auf Tafel 17.)

Es sei noch erwähnt, daß die Scheibe des Teilkreises aus einer starken Messingplatte hergestellt ist, damit man auch andere Apparate, z. B. ein kleines

Digitized by Google

Magnetometer, über dem Drehpunkt des Tisches aufsetzen kann. (Siehe das mittlere Bild auf Tafel 17.)

Über dem längeren vorderen Teil des Tisches kann bei Bedarf ein langes, schmales Tischchen in beliebiger Höhenlage festgesetzt werden. Es findet seine Hauptstütze an der vorderen Konsole, die, um die Höhenverschiebung des Tischchens zu ermöglichen, in der Höhe verschiebbar eingerichtet ist. An der Vorderkante des Tisches findet das Tischchen eine zweite Unterstützung in einem starken Messingrohr. (Siehe das mittlere Bild auf Tafel 17.) Dieses Tischchen, das bis auf 1 m vor den Drehpunkt vorragt, dient in erster Linie zur Lagerung von Magnetstäben und Rosen, deren Moment durch Ablenkungen eines über dem Drehpunkt eingehängten Kompasses oder dort aufgestellten Magnetometers bestimmt werden soll.[1])

Die Benutzung der beschriebenen Einrichtung bei Prüfung der Zentrierungen, der Bestimmung von magnetischen Momenten, Beobachtungen bei geschwächter Richtkraft, Versuchen über das Nachschleppen der Rose, Bestimmung des Kollimationsfehlers usw. braucht hier nicht des weiteren auseinandergesetzt zu werden. Etwas näher eingehen möchte ich nur auf die Einrichtungen zur Prüfung der Nadelanordnungen, insbesondere für Fluidkompasse.

Die Untersuchung des Nadelsystems darauf, ob es an Bord nach Anbringung der gewöhnlichen D-Korrektoren oktantale Störungen zeigen wird oder nicht, geschieht am bequemsten auf folgende Weise:

Man setze auf die vier Konsolen I bis IV (siehe das untere Bild auf Tafel 17) je einen D-Korrektor, hänge den Kompaß ein, und zwar am besten in den feststehenden Bügel. Darauf drehe man den Tisch mit den Korrektoren sehr langsam herum. Bleibt die Rose dabei ruhig liegen, so ist die Nadelanordnung tadellos. Erfolgt — von N ausgehend — auf NNO-Kurs ein Ausschlag nach O, darauf auf ONO-Kurs ein solcher nach W usw., so sind die Nadeln zu nahe beieinander, erfolgen die Ausschläge je nach der entgegengesetzten Seite, so sind die Nadeln zu weit voneinander entfernt angeordnet. Es kompensieren sich nämlich die quadrantalen Wirkungen der beiden Korrektorpaare gegenseitig, während die oktantalen sich addieren, also stark in die Erscheinung treten. Diese Probe gilt sowohl für die auf erdmagnetischer Induktion als auch für die auf Nadelinduktion beruhenden Wirkungen der Quadrantalkorrektoren.[2])

Während man so gröbere Fehler in der Nadelanordnung beim Drehen des Tisches unmittelbar erkennt, stellt man für feinere Beobachtungen die Ablenkungen auf den Kursen NNO, ONO, OSO usw. wirklich fest und berechnet den Koeffizienten H der erzeugten oktantalen Ablenkung $H \cdot \sin 4z$ nach der Formel:

$$H = \tfrac{1}{8}\left[(\delta_{NNO} + \delta_{OSO} + \delta_{SSW} + \delta_{WNW}) - (\delta_{ONO} + \delta_{SSO} + \delta_{WSW} + \delta_{NNW})\right].$$

Hat H einen positiven Wert, so sind die Nadeln zu dicht beieinander, hat H einen negativen Wert, so sind sie zu weit voneinander entfernt angeordnet. Durch diese etwas ausführlichere Beobachtung wird man vor allem frei von etwaigen Spuren von permanentem Magnetismus in den Korrektoren.

Die folgenden Beispiele, bei denen immer zwei Paare von 17.7 cm-Kugeln im Mittelpunktsabstand 63 cm benutzt wurden, mögen zur Illustrierung angeführt werden:

I. Zweinadelrose, Enden der Nadeln im Winkelabstand 30° von der Nordsüdlinie der Rose:

NNO	— 2.6°	
ONO		+ 2.6°
OSO	— 2.8°	
. . . . . .		
. . . . . .		

Schon aus diesen Werten folgt, daß die Nadeln dadurch, daß ihre Enden statt der Pole auf die 30°-Linien gelegt sind, einen viel zu großen Abstand erhalten haben.

[1]) Das Moment einer Fluidkompaßrose, die nicht aus ihrem Kessel herausgenommen werden soll, bestimmt man am bequemsten, indem man den Kompaß über dem Drehpunkt einhängt, auf das genannte Tischchen in 50 oder 60 cm Entfernung ein kleines Magnetometer setzt und auf Nord- oder Südkurs Schwingungsbeobachtungen mit der Horizontalnadel macht.

[2]) Die theoretische Begründung findet sich »Ann. d. Hydr. usw.« 1907 S. 20; 1908 S. 73 u. 263.

Digitized by Google

II. Zweinadelrose, Nadellänge 160 mm, Nadelabstand 37.5 mm von der Nordsüdlinie. Moment etwa 30 Millionen G. E.:

NNO	— 0.6°	
ONO		— 0.4°
OSO	— 0.7°	
SSO		— 0.6°
SSW	— 0.6°	
WSW		— 0.7°
WNW	— 0.9°	
NNW		— 0.8°
	— 2.8°	— 2.5°
	+ 2.5°	
H =	— 0.3° : 8 = 0.0°	

Die Nadelanordnung ist demgemäß einwandfrei.

III. Viernadelrose, Nadelanordnung der theoretischen Forderung entsprechend, d. h. Pole im Winkelabstand 15° und 45° von der Nordsüdlinie (Polabstand gleich $\frac{5}{6}$ der Nadellänge angenommen). Nadellängen 130 mm und 95 mm. Abstände von der Nordsüdlinie 14.5 und 39.6 mm. Moment 34 Millionen G. E.:

NNO	+ 1.9°	
ONO		+ 0.6°
OSO	+ 1.1°	
SSO		0.0°
SSW	+ 1.0°	
WSW		+ 0.5°
WNW	+ 1.7°	
NNW		+ 1.0°
	+ 5.7°	+ 2.1°
	— 2.1°	
H =	+ 3.6° : 8 = + 0.45°	

Das Nadelsystem ist also recht gut brauchbar. Die noch vorhandene Abweichung hängt zweifellos damit zusammen, daß das magnetische Moment der einzelnen Nadeln nicht genau ihrer Länge proportional ist, wie es die theoretische Forderung voraussetzt. Die kürzeren Nadeln sind verhältnismäßig zu schwach. Sie würden zweckmäßig durch etwas längere ersetzt.

Wie die D-Korrektoren bei falscher Nadelanordnung zu oktantalen Störungen, so können die festen Pole der Kompensationsmagnete bei falscher Nadelanordnung bekanntlich zu sextantalen Störungen des Deviationsverlaufes Veranlassung geben. Wirkt der D-Korrektor nur durch erdmagnetische Induktion (d. h. ohne Nadelinduktion), so ist das Nadelsystem frei von jenen oktantalen Störungen, wenn es frei von diesen sextantalen ist, und umgekehrt.[1]) Man kann demnach in diesem Falle die Nadelanordnung, statt durch die D-Korrektoren, auch durch eine geeignete Anordnung fester Pole prüfen. Man wählt dazu eine Polanordnung, bei der sich alle Deviationen bis auf die Störungsglieder gegenseitig aufheben, während diese sich addieren.[2]) Um eine solche Polanordnung am Drehtisch leicht herstellen zu können, lassen sich auf die zwei Seitenkonsolen längslaufende Latten in fester Lage auflegen. Diese Latten tragen an ihren Enden vertikalstehende, unten geschlossene Messinghülsen. Zwei ebensolche Hülsen lassen sich in vertikaler Stellung an der vorderen und hinteren Konsole befestigen. (Siehe das obere Bild auf Tafel 17.) Die Hülsen bilden dann die Ecken eines regulären Sechsecks. In sie werden Magnetstäbe abwechselnd mit dem Nordpol und dem Südpol nach oben eingesteckt. Diese oberen Pole befinden sich dann in der Rosenebene und bilden eine außerordentlich wirksame »sextantale Polanordnung«.

[1]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1908 S. 266.

[2]) Schon Arch. Smith und F. J. Evans machen in ihrer Abhandlung: On the effect produced on the deviations of the compass by the length on arrangement of the compass-needles, Phil. Trans. Roy. Soc. 1861 auf eine solche »sextantale Polanordnung« aufmerksam: Hence if the deviation produced by two short needles at equal distances, placed sideways on the east and west side of the needles, be corrected by one short magnet of the same kind placed on the north side and directed endways, the residual error will be

$$\text{Dev.}\ \left\{\left(\frac{3}{8}\frac{a^2}{b^2}+\frac{15}{32}\frac{a^4}{b^4}\right)\sin\zeta'+\left(\frac{75}{8}\frac{a^2}{b^2}+\frac{315}{64}\frac{a^4}{b^4}\right)\sin 3\zeta'-\frac{315}{64}\frac{a^4}{b^4}\sin 5\zeta'\right\}$$

so that by such an arrangement the sextantal and decantal errors may be obtained almost freed from the semicircular error, and the effect of different arrangements of needles in diminishing these errors more easily tested.

Digitized by Google

Der Kompaß wird auch hier am besten in den feststehenden Bügel eingehängt. Man drehe wieder den Tisch mit der Polanordnung langsam herum. Bleibt dabei die Rose ruhig liegen, so gibt die Nadelanordnung nicht zu sextantalen Störungen Veranlassung. Liegt vor dem Kompaß ein Südpol und schlägt die Rose, wenn man von N ausgeht, auf N 30°O nach O, darauf auf O-Kurs nach W, auf S 30°O wieder nach O aus usw., so sind die Nadeln zu nahe beieinander, im entgegengesetzten Falle sind sie zu weit voneinander entfernt angeordnet. Um exakte Resultate zu erhalten, besonders im Falle einiger Ungleichheit in der Stärke der sechs Pole, lese man die Ablenkungen auf N 30°O, O, S 30°O, S 30°W, W und N 30°W ab und berechne den Koeffizienten F der erzeugten sextantalen Ablenkung $F \cdot \sin 3z$ nach der Formel:

$$F = \frac{1}{6}\left[(\delta_{N\,30°O} + \delta_{S\,30°O} + \delta_W) - (\delta_O + \delta_{S\,30°W} + \delta_{N\,30°W})\right].$$

Hat die Polanordnung vor dem Kompaß einen Südpol (blau), so bedeutet ein positiver Wert des F, daß die Nadeln zu dicht beieinander, ein negativer, daß sie zu weit voneinander angeordnet sind. Die unter I genannte Rose z. B. gab mit der hier beschriebenen Polanordnung F = —5.4°! Ferner sei hier als Beispiel angeführt:

IV. **Zweinadelrose**, Nadellänge 195 mm, Nadelabstand von der Nordsüdlinie 47.2 mm:

N 30° O	+ 0.6°	
O		— 0.2°
S 30° O	+ 1.2°	
S 30° W		+ 0.9°
W	+ 1.6°	
N 30° W		0.0°
	+ 3.4°	+ 0.7°
	— 0.7°	
F =	+ 2.7° : 6 = + 0.45°	

Nach den nebenstehend mitgeteilten Beobachtungen ist der Nadelabstand etwas zu klein. Nachdem der Abstand von der Nordsüdlinie auf 47.8 mm erhöht war, wurde F = 0.0° gefunden. (Es ist daher der Polabstand der Nadeln gleich

$$2\,l = 2 \cdot 47.8 \cdot \operatorname{cotg} 30° = 165.6 \text{ mm}$$

anzunehmen. Daraus ergibt sich als Verhältnis des Polabstandes zur Nadellänge für diese Nadeln 0.849, während man gewöhnlich $\frac{5}{6} = 0.833$ rechnet.)

Es ist nicht erforderlich, bei jeder zu untersuchenden Rose die Prüfung mit Hilfe der beschriebenen »sextantalen Polanordnung« durchzuführen, für die praktische Untersuchung wird man sich meist auf den »Vierkugelversuch« als die wichtigste Probe für das gute Verhalten des Kompasses an Bord beschränken können. Wohl aber wird man zur Entscheidung theoretischer Fragen unter Umständen mit Vorteil auf die beschriebene sehr scharfe Probe zurückgreifen.[1])

Zu exakten Untersuchungen können bei dem beschriebenen Drehtische die zu prüfenden Magnetsysteme oder Kompaßrosen an einem feinen Draht oder an Kokonfäden über der Mitte des Drehzapfens aufgehängt werden. Für schwere Systeme ist ein 0.1 mm starker Metalldraht an einer unter die Decke des Beobachtungsraumes geschraubten Zentriervorrichtung befestigt. An ihm hängen die Magnete oder Magnetsysteme in einem über dem Drehzapfen in den festen Bügel eingehängten Kompaßkessel, für Schwingungsbeobachtungen frei, für Ablenkungen mit einer geeigneten Wasserdämpfung versehen. Sehr leichte Systeme können in einem gegen Luftzug abgeschlossenen Gehäuse, an einem Kokonfaden aufgehängt, über dem Drehzapfen zentriert werden.

Der erwähnte Metalldraht dient auch zum Aufhängen der Magnetstäbe, mittels derer von Zeit zu Zeit die Horizontalintensität des Beobachtungsraumes nach absolutem Maß bestimmt wird.

---

[1]) S. »Ann. d. Hydr. usw.« 1907 S. 20.

Neue Inklinationsbestimmungen mit dem abgeänderten Weberschen Erdinduktor zu Wilhelmshaven.

In nachfolgenden Zeilen möchte ich einen einfachen und sehr zweckmäßigen Umbau beschreiben, der mit dem Weberschen Erdinduktor des hiesigen Observatoriums vorgenommen worden ist. Die sehr guten Erfahrungen, die hier mit der Abänderung des Instruments gemacht worden sind, veranlassen vielleicht den einen oder anderen Beobachter, der sich im Besitze eines älteren Erdinduktors befindet, den gleichen Schritt zu tun und sich so ohne erhebliche Kosten in den Besitz eines Instruments zu bringen, das den modernen Erdinduktoren nur wenig nachstehen dürfte.

Zur Bestimmung der Inklination diente bislang hier das Nadelinklinatorium von Dover Nr. 23, von dem die Nadeln 3 und 4 benutzt wurden, und nebenbei der Webersche Erdinduktor in der bekannten von Edelmann ausgeführten Form, und zwar wurde mit diesem nach der Scheringschen Methode beobachtet. Während ursprünglich die mit den beiden Instrumenten erlangten Neigungen nur wenig voneinander abwichen, wurde die Differenz zwischen ihnen seit einer Reihe von Jahren sehr groß. Ein Grund für diese Differenz hat sich nocht nicht finden lassen, interessant ist jedoch, daß auch in Potsdam (vgl. Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1901, S. XVIII) sich eine solche große Differenz zwischen Nadelinklinatorium und Erdinduktor gefunden hat und daß sie dort das gleiche Vorzeichen hat wie hier, so daß man vielleicht annehmen kann, daß ein systematischer Unterschied in den beiden Beobachtungsarten besteht.

Um sicher zu gehen in der Beurteilung dieses Unterschiedes, wurde nach einer weiteren möglichst guten und einwandfreien Methode zur Bestimmung der Inklination mit den hier vorhandenen Hilfsmitteln gesucht und der im folgenden beschriebene Umbau des Erdinduktors beschlossen.

Es sollte versucht werden, mit dem Erdinduktor nach der Nullmethode von Wild zu beobachten. Zu diesem Zwecke wurde auf der Achse zwischen der Spule und dem oberen Achsenlager ein Kommutator angebracht, dessen Beläge mit den Enden der Windungen leitend verbunden wurden. Die den Strom abnehmenden Schleiffedern sitzen isoliert auf beiden Seiten des oberen Lagers an dem halbkreisförmigen Bügel, in dem die Spule rotiert. Um den Druck regulieren zu können, mit dem die Federn am Kommutator schleifen, empfiehlt es sich, was hier verabsäumt wurde, wenigstens eine derselben mit einer in diesem Sinne wirkenden Schraube zu versehen. Bei ungleichmäßigem Schleifen der Federn können die auftretenden Nebenströme die Beobachtung sonst leicht erschweren. Erleichtert und konstant gemacht wird die Regulierung dieses Druckes durch ein gegenseitiges Einschleifen der Federn und der Beläge mit Hilfe eines feinen Schmirgels.

Der Kommutator, der durch Reibung auf der Achse gehalten wird, ist so eingestellt, daß der Stromrichtungswechsel eintritt beim Durchgang der Windungsnormalen durch die Hauptvertikalebene des Instruments, wenn dieses richtig steht, also beim Durchgang durch den magnetischen Meridian. Der beim Drehen der Spule im Magnetfelde erzeugte zerhackte Gleichstrom wird von den Schleiffedern abgeleitet und durch ein hochempfindliches aperiodisches Galvanometer geschickt, das aus etwa 4 m Entfernung mit Fernrohr und Skala beobachtet wird.

Nachdem das Instrument richtig aufgestellt ist, d. h. wenn die Hauptvertikalebene mit dem magnetischen Meridiane zusammenfällt und die Rotationsachse vertikal gestellt ist, wird unter den nördlichen Auflagepunkt des die Spule tragenden Bügels ein planparallel abgeschliffener Messingzylinder gesetzt, dessen Höhe so bemessen ist, daß die Rotationsachse fast zusammenfällt mit der Richtung der Inklination. Zur vollen Deckung kann die Achse mit der Richtung der Kraftlinien gebracht werden durch Drehung der südlichen Fußschraube des Untergestelles, deren Kopf eine auf Papier gezeichnete Teilung erhalten hat, die die Größe dieses kleinen Winkels zu messen gestattet.

Der Vorgang bei einer Messung ist nun der folgende: Bevor der Messingzylinder untergesetzt wird, bestimmt man die Abweichung der Rotationsachse von

der Vertikalen in der Richtung des magnetischen Meridians. Zu diesem Zwecke sind auf der einen Flachseite der Spule zwei konsolenartige Träger angebracht, die die Rotation der Spule nicht behindern und dazu bestimmt sind, das zum Instrument gehörende Niveau zu tragen. Aus der Ablesung der Blase in den vier Stellungen: Niveau Ost, Nullende Nord bzw. Süd und Niveau West, Nullende Süd bzw. Nord, findet sich die gesuchte kleine Neigung der Achse. Gleichzeitig wird die Stellung der südlichen Fußschraube notiert. Hierauf wird der Messingzylinder untergesetzt und dadurch die Rotationsachse um einen bekannten Winkel gekippt. Dieser Winkel wird auf folgende Weise ein für allemal gemessen bzw. von Zeit zu Zeit kontrolliert: Auf dem oberen Ende der Rotationsachse wird senkrecht zu ihr ein Spiegel befestigt. Nachdem die Abweichung der Rotationsachse von der Vertikalen wie oben bestimmt worden und der Messingzylinder untergesetzt ist, stellt man ein Universalinstrument so vor dem Induktor auf, daß sein Fernrohr durch Autokollimation senkrecht auf dem Spiegel steht. Nach Ablesung des Kreises und des Höhenniveaus dreht man die Spule um 180° und wiederholt die Einstellung. Darauf wird das Nadir genommen, indem man ein Gefäß mit Quecksilber unter das Fernrohr stellt, wieder die Fäden mit ihrem Spiegelbilde zur Deckung bringt und Kreis und Höhenniveau abliest. Durch Wiederholung dieser Messungen in systematischer Reihenfolge erhält man den Winkel zwischen der Achse und der Horizontalen mit großer Genauigkeit und hieraus den Winkel, um den die Achse durch Untersetzen des Messingzylinders aus ihrer Anfangsstellung gekippt wird, wenn man die kleine Neigung der Achse gegen die Vertikale anbringt, wie sie durch die Nivellierung vor und nach dieser Beobachtung bestimmt wird. Bei Gelegenheit dieser Beobachtung bestimmt man auch den Parswert der südlichen Fußschraube, indem man die durch Drehen dieser Schraube hervorgebrachte Änderung des Winkels mit dem Universale mißt. Mit dem so gefundenen Parswerte der Schraube leitet man dann wieder denjenigen des Niveaus ab. Es ist noch darauf zu achten, daß das obere Ende der Achse mit dem Spiegel eventuell sich durchbiegt und hängt. Bei dem hiesigen Instrumente, bei dem die Konstruktion des Spiegelträgers nicht sehr günstig ist, beträgt die Durchbiegung in horizontaler Lage z. B. 2′. Gemessen wird sie auch mit Hilfe des Universals. Die Achse wird horizontal gelegt und mit dem Niveau die Abweichung von der Horizontalen bestimmt. Dann wird wieder wie oben mit dem Universalinstrumente der Winkel der Achse gegen die Horizontale gemessen. Die sich aus beiden Beobachtungen ergebende Differenz ist die Durchbiegung des Achsenendes, die ich mit b bezeichnen will. Ist a′ der oben gemessene Winkel, so ist der wahre Winkel zwischen Achse und Horizontaler $a = a' + b \cdot \cos a'$.

Die Beobachtung der Inklination geht nun in folgender Weise weiter vor sich: Nach Untersetzung des Messingzylinders wird die Spule abwechselnd rechts und links herumgedreht, und zwar genügt eine Geschwindigkeit von etwa vier Umdrehungen in der Sekunde, die sich leicht ohne besondere Übertragungen mit der Hand erzielen läßt und ohne Erschütterung des Instruments, dessen Fußplatten auf dem Steinpfeiler aufgegipst sind. Im Fernrohr wird der Ausschlag der Skala beobachtet und die südliche Fußschraube so lange gedreht, bis die Skala bei beiden Drehungsrichtungen sich nicht mehr bewegt. Die Stellung der Schraube und die Zeit werden notiert und die Beobachtung einige Male wiederholt.

Wenn die Regulierung des Druckes der Schleiffedern nicht ganz gelungen ist, so ist es möglich, daß man einen solchen Nullpunkt gar nicht erhält, da immer durch die Reibung Strom erzeugt wird, der das Galvanometer in derselben Richtung durchläuft. Immerhin läßt sich die Regulierung so weit ausführen, daß der erzeugte Strom nicht mehr als 0.05′ in der Änderung der Achsenneigung entspricht. Da sich die Drehung rechtsherum und linksherum genau genug mit gleicher Geschwindigkeit ausführen läßt, werden die Ablesungen dadurch nicht beeinträchtigt. Im Fernrohr bleibt dann der Faden bei den beiden Drehungsarten nicht still stehen, sondern er wandert um eine kleine Strecke beide Male nach derselben Seite. Die Beobachtung läßt sich durch Einschalten eines Kommutators in die Leitung zum Galvanometer auch leicht so bewerkstelligen, daß

Digitized by Google

bei gleichmäßigem Drehen des Induktors in dem einen Sinne und häufigem Umschalten des Kommutators eine Nullstellung gesucht, hierauf bei ebenso raschem Umdrehen des Induktors im anderen Sinne in gleicher Weise die andere Nullstellung gesucht wird. Zwischen beiden liegt dann die wahre Nullstellung. An diese Gleichmäßigkeit der Drehungen des Induktors rechts- bzw. linksherum sind alle Induktoren gebunden, sobald die Stromabnehmer nicht mit genau gleichem Drucke am Kommutator schleifen.

Zum Schluß wird der Zylinder wieder entfernt, die Fußschraube in ihre Anfangsstellung gebracht und mit dem Niveau nochmals die Abweichungen der Achse von der Vertikalen gemessen. Die Auswertung der Beobachtung ist nun eine sehr einfache: a sei der Winkel, den nach Untersetzen des Messingzylinders die Achse mit der Horizontalen bildet, wenn sie vorher vertikal stand; n die durch das Niveau bestimmte Abweichung der Achse von der Vertikalen bei der Anfangsstellung R der Fußschraube; r die Stellung der Schraube, wenn die Achse mit der Inklinationsrichtung zusammenfällt; p der Parswert der Fußschraube, dann ist $i = a + n + (R - r) \times p$.

Ob (R — r) oder (r — R) zu setzen ist, ergibt sich aus dem Sinne, in dem die Bezifferung der Schraubenkopfteilung wächst. Das Vorzeichen von n ergibt sich aus der Nivellierung, indem man bei von der Mitte aus beziffertem Niveau stets das Südende positiv, bei durchgeteiltem Niveau stets beide Blasenenden positiv bzw. negativ nimmt, wenn der Nullpunkt der Teilung nach Norden bzw. nach Süden liegt. Denn wenn in der Anfangsstellung die Rotationsachse etwas nach Norden geneigt ist, so ist der Winkel, den die Achse nach Untersetzen des Messingzylinders mit der Horizontalen bildet, größer als a; n muß also positives Vorzeichen haben.

Aus nachfolgendem kurzen Beispiel ist zu ersehen, wie einfach sich die Beobachtung und Rechnung gestaltet, und welchen Grad der Genauigkeit die Messungen besitzen:

Beispiel:

1908 Mai 18.

Niveau Nordende	Niveau Südende	Fußschraube		
11.0	18.7	R	+ 14.85	− 23,70
27.5	19.9	0.25	+ 14.90	− 24,60
11.0	18.6		+ 14.83	− 24.15
28.4	20.8			

= 9.32

= 4.66 × 0.1′ = 0.47′ = n

Nullstellung	Fußschraube r	r − R	(r − R) × p (1 p = 8.99′)
10 2 a	0.50	+ 0.25	+ 2.25
5	0.55	+ 0.30	+ 2.70
7	0.52	+ 0.27	+ 2.43
10	0.55	+ 0.30	+ 2.70
10 6 a			+ 2.52

a = 67° 29.57′

(r — R) p = + 2.52

n = − 0.52

i = 67° 31.57′ 10 h 6 a

Niveau Nordende	Niveau Südende	Fußschraube		
11.6	19.0	0.25	+ 15.30	− 25.75
29.5	22.0		+ 13.25	− 25.00
9.5	17.0		+ 14.28	− 25.38
28.7	21.3			

— 11.10

= 5.55 × 0.1′ = − 0.56′ = n

Die Beobachtungen können nun noch mit Fehlern behaftet sein, die ihren Ursprung haben in einer fehlerhaften Orientierung des Instrumentes bezüglich des magnetischen Meridianes und des Kommutators. Dem Azimutfehler wird Rechnung getragen durch den bekannten Ausdruck $\tang. i = \cos. \alpha \times \tang. i'$.

Der Einfluß des anderen Fehlers wird aus folgender Überlegung erkannt, die allerdings nicht so vollkommen und erschöpfend ist wie die von Herrn Professor Schmidt ausgeführte Entwicklung (vgl. Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903, Erdmagnetische Ergebnisse der Kerguelen-Station von Dr. Karl Luyken, S. 161).

Nehmen wir an, die Richtung der Kraftlinien des Erdfeldes schneiden die Rotationsachse des Induktors unter einem beliebigen Winkel; wir zerlegen die Kraftlinien in zwei Komponenten, von denen die einen parallel der Achse, die anderen senkrecht zu ihr stehen. Nur diese letzteren kommen dann für die Erzeugung eines Stromes beim Drehen der Spule in Betracht. Bei Drehung des Induktors wird nun kein Strom im Galvanometer zu bemerken sein, wenn entweder die letztere Komponente Null ist, oder wenn der Kommutator so steht, daß die Stromwendung stattfindet, wenn die Windungsnormale senkrecht auf der Richtung dieser Komponente steht. In diesem Falle ist der Induktor zwar nicht stromlos, es folgen sich jedoch fortwährend gleich starke Stromstöße in entgegengesetzter Richtung, die sich gegenseitig in ihrer Wirkung auf das Galvanometer aufheben. In beistehender Figur sei auf der Einheitskugel Z der Zenitpunkt, Z A der magnetische Meridian, Z B die Hauptvertikalebene des Induktors, die mit dem Meridiane Z A das Azimut α einschließt. α sei, wie es wohl immer der Fall sein wird, so klein, daß man statt des Sinus den Winkel selbst setzen kann. Die Richtung der Kraftlinien liege auf Z A in I. Die Windungsnormale falle im Augenblicke der Kommutation nicht in die Ebene Z B, sondern bilde den kleinen Winkel ε mit dieser. Dann wird man bei der Beobachtung die Achse in die Richtung I′ auf Z B einstellen, so daß I I′ senkrecht steht auf der Windungsnormalen I′ N im Augenblicke der Kommutation, wenn also I′ N den Winkel ε mit Z B bildet, da in dieser Stellung die durch die Drehung erzeugten Stromstöße in rascher Folge mit gleicher Stärke, aber in entgegengesetztem Sinne durch das Galvanometer geschickt werden. A und B seien Punkte der Horizontalebene, also $\mathrm{I A} = \mathrm{i} =$ der wahren Inklination, $\mathrm{I' B} = \mathrm{i'} =$ dem beobachteten Inklinationswinkel. Da $\mathrm{D I} = \alpha \cdot \cos. \mathrm{i}$ und $\measuredangle\ \mathrm{D I I'} = \varepsilon$, so ist $\mathrm{D I'} = \triangle \mathrm{i} = \alpha \cdot \cos. \mathrm{i} \cdot \mathrm{tang.}\ \varepsilon$.

Hieraus läßt sich bei bekanntem α der Einfluß einer falschen Stellung des Kommutators auf die Beobachtung leicht feststellen. Der Winkel α wird sich nie ganz auf Null halten lassen wegen der täglichen Variation der Deklination. Er wird aber immer sehr klein gehalten werden können. Man bestimmt bzw. korrigiert ihn, indem man die Rotationsachse horizontal legt, wieder den Spiegel senkrecht zu ihr daran befestigt und in der Verlängerung der Achse ein Deklinatorium aufstellt. An diesem bestimmt man die dem magnetischen Meridiane entsprechende Kreisablesung (eventuell reduziert auf das Tagesmittel), stellt dann das Fernrohr durch Autokollimation senkrecht auf den Spiegel des Induktors und liest den Kreis ab, dreht die Spule um 180°, wiederholt die Ablesung und findet so aus dem Mittel dieser beiden Werte die der Richtung der Rotationsachse entsprechende Ablesung auf dem Horizontalkreise des Deklinatoriums und damit das magnetische Azimut des Induktors. Auch der Winkel ε läßt sich leicht bestimmen und korrigieren. Bei horizontaler Lage der Rotationsachse dreht man die Spule langsam hin und her und mißt im Augenblick des Stromschlusses bzw. der Unterbrechung den Abstand der Spulenkanten von der horizontalen Unterlage, woraus sich der Winkel ε leicht mit hinreichender Sicherheit ableiten läßt.

Ist $\alpha = 10'$, $\varepsilon = 0.5°$, so wird für Wilhelmshaven $\triangle \mathrm{i}$ erst 0.03′.

Der mittlere Fehler einer einzelnen Inklinationseinstellung ist im Mittel etwa 0.4′. Wie aus allem zu ersehen ist, gibt das so umgebaute Instrument sehr zuverlässige Werte für die Inklination, die auch hiernach kleiner zu sein scheint als der mit dem Nadelinklinatorium gefundene Wert.

Digitized by Google

Vielleicht veranlassen diese Zeilen den einen oder anderen Besitzer eines Weberschen Erdinduktors, einen gleichen Versuch damit zu machen. Sicher wird derselbe mit dem Umbau ebenfalls gute Resultate erzielen und mit demselben zufrieden sein, zumal, was allerdings nie ausschlaggebend sein kann, die Beobachtungsarbeit eine viel geringere als bei den anderen Beobachtungsarten mit dem Weberschen Erdinduktor oder gar einem Nadelinklinatorium ist.

B. Meyermann, Dr. phil.

Über einen neuen Apparat für die Registrierung der Windgeschwindigkeit (Normalanemograph).

Von Dr. O. Steffens, Hamburg, Seewarte.

Wie bekannt, unterhalten die meteorologischen Zentralinstitute an ihren Stationen vielfach selbstregistrierende Anemometer. Die Prüfung und Kontrolle dieser Apparate, die von Zeit zu Zeit unerläßlich ist, bereitet mangels eines geeigneten Vergleichsapparates nicht unerhebliche Schwierigkeiten, besonders in den Fällen, wo die Stationen vom Zentralinstitut weit entfernt und geschulte Beobachter nicht vorhanden sind. Erfahrungsgemäß unterbleibt dann die Prüfung häufig ganz. Diesem Bedürfnis suchte ich durch die Konstruktion eines neuen Apparats abzuhelfen, der — von Saß & Co., Berlin, angefertigt — seit nunmehr zwei Jahren in mehreren Exemplaren ausprobiert worden ist und den gestellten Anforderungen entspricht. Verlangt wurde 1. eine einfache und betriebssichere Konstruktion, 2. mühelose Aufstellung, Instandhaltung und Bedienung, 3. kleine Dimensionen und leichte Transportfähigkeit und 4. einwandsfreie Aufzeichnungen der Windgeschwindigkeit in Kurvenform. Um diese letztere Forderung zu erfüllen, wurde ein neues Prinzip angewendet, das sich ausgezeichnet bewährt hat und die Bezeichnung des Apparats als »Normalanemograph« rechtfertigen dürfte.

Der Apparat gehört zu der Klasse der Robinsonschen Schalen-Anemometer, die ich mit Herrn A. Sprung als die besten bisher konstruierten anemometrischen Instrumente betrachte, obgleich sie einer strengen Theorie ermangeln. Die Dimensionen des Schalenkreuzes wurden möglichst klein gehalten, einmal aus Gründen der Transportfähigkeit, besonders aber deshalb, weil das Trägheitsmoment so klein wie möglich sein muß, da sonst die Werte, namentlich bei böigem Winde, nicht unerheblich gefälscht werden. Deshalb wurde auch als Metall für die Schalen Aluminium verwendet. Der Radius von der Achse bis zum Schalenmittelpunkt wurde auf 4 cm, der Schalenradius auf 2 cm festgesetzt. Ein so kleines Schalenkreuz besitzt nun aber naturgemäß nur eine kleine Kraft, die für die Überwindung der Reibungswiderstände des Registriermechanismus nicht in Anspruch genommen werden darf, da sonst die freie Beweglichkeit gestört wird. Um trotzdem eine große und klare Kurvenaufzeichnung zu erhalten, verwendete ich eine Vorrichtung, die prinzipiell als das Wesentliche des Apparats bezeichnet werden kann und darin besteht, daß zur Überwindung der unvermeidlichen Reibungswiderstände im Registriermechanismus ein Federkraftwerk benutzt wird, für dessen Auslösung nur winzige Kräfte nötig sind. Dieses Auslösen besorgt das kleine Schalenrädchen und bewegt sich deshalb nahezu ebenso leicht, als wenn es überhaupt keine Arbeit zu leisten hätte. Eine Windgeschwindigkeit von etwa 0.2 m p. Sek. genügt, um den Apparat in Tätigkeit zu setzen. Das Federkraftwerk hat noch den weiteren Vorzug, daß Störungen der Aufzeichnungen durch Verstauben des Übertragungsteils nicht eintreten können, da es sehr große Widerstände zu überwinden vermag. Die Konstanten des Instruments bleiben deshalb unverändert, solange nicht mechanische Eingriffe in den Mechanismus stattfinden.

Digitized by Google

Figur 1 zeigt den Anemographen fertig aufgestellt, Fig. 2 in schematischer Darstellung. Fig. 3 ist eine Reproduktion von Aufzeichnungen in Originalgröße.

Auf einem Dreifuß ist ein vertikales Rohr *St* befestigt, das dem ganzen Apparat als Halt, gewissermaßen als Rückgrat dient. Es trägt nach oben hin ein engeres Tragrohr *T*, in dem die Achse *A* des Schalenrädchens läuft. Diese selbst ist in der Nähe des unteren Lagers mit einem Schraubengewinde versehen, in das ein Zahnrad *D* eingreift. Hat dieses Zahnrad beispielsweise 60 Zähne, so vollführt es bei 60 Rotationen des Schalenrädchens eine ganze Umdrehung. Bei einer jedesmaligen Umdrehung (in der Pfeilrichtung) löst es mit einem Stift das Echappement *E* eines Federlaufwerks aus, so daß das »Steigrad« *F* um einen Zahn weiter rückt. Hat dieses 20 Zähne, so vollführt es bei $20 \times 60 = 1200$ Rotationen des Schalenrädchens eine volle Umdrehung. Die Drehung des Steigrades wird durch die in dem Federgehäuse eingelegte Triebfeder bewirkt, die wie ein

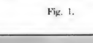


Fig. 1.

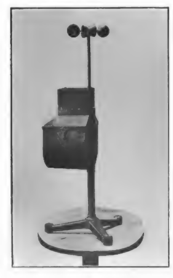
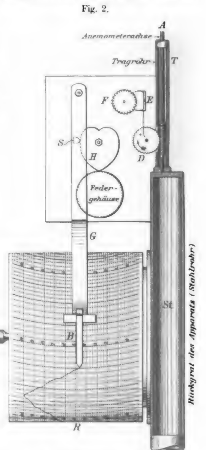


Fig. 2.

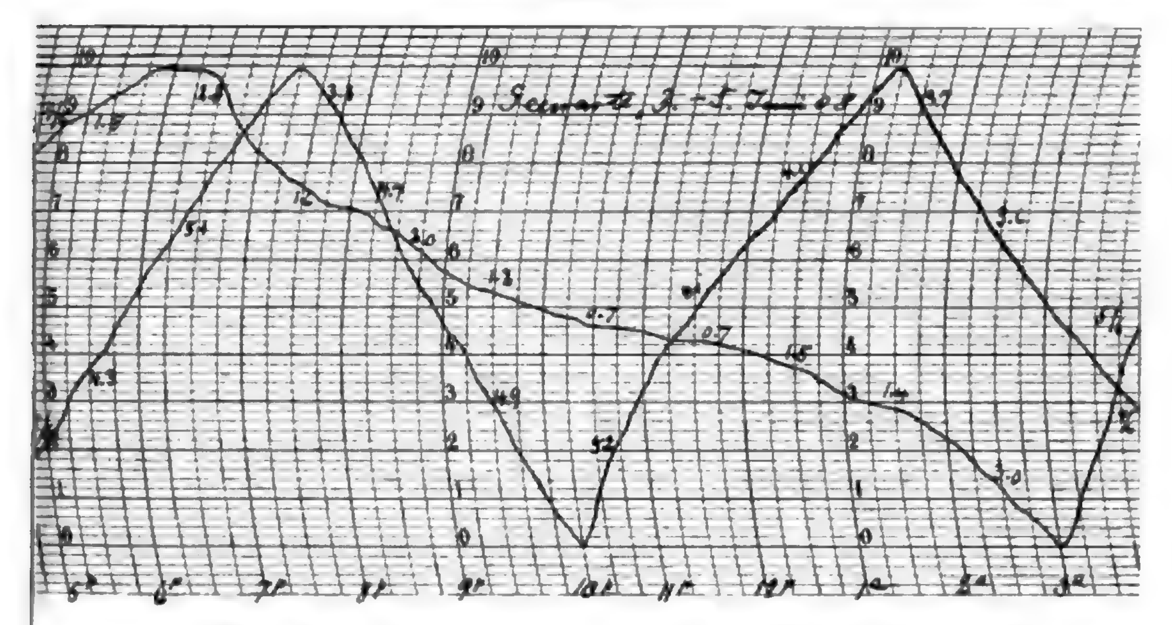


Uhrwerk aufgezogen wird. Alle vorhandenen und bei Verstaubung usw. eintretenden Reibungswiderstände werden demnach lediglich durch die Triebfeder überwunden. Eine Zahnradachse des Federtriebwerks ist nach außen verlängert und trägt eine herzförmige Scheibe *H*. Ein Hebel *G* legt sich an der Schneide *S* mit leichtem Federdruck tangierend an die herzförmige Scheibe und wird durch diese hin und her bewegt, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die der Windgeschwindigkeit proportional ist. Bei einer vollen Rotation der Herzscheibe vollführt der Hebel einen Hin- und Hergang. An seinem unteren Ende trägt der Hebel *G* eine Schreibfeder *B*, die auf der mit Koordinatenpapier bespannten, in je 26 Stunden voll rotierenden Registrierwalze *R* in starker Vergrößerung eine klare Aufzeichnung der Variationen der Windgeschwindigkeit in Meter p. Sek.

Digitized by Google

liefert. In Fig. 3 sind die durchschnittlichen stündlichen Geschwindigkeiten eingetragen, die der Apparat auf dem Südturm der Deutschen Seewarte vom 3. bis 5. Juni 1908 aufgezeichnet hat. Man kann die Registrierwalze auch mehrere Tage mit demselben Registrierblatt laufen lassen. Fig. 3 ist ein Stück aus einer zweitägigen Registrierung.

Fig. 3.



Die Prüfung des Apparats auf dem Combeschen Rotationsapparat, um vor seiner Aufstellung seine Konstanten zu ermitteln, bietet keinerlei Schwierigkeiten, weil er klein und leicht transportabel ist.

Seit 1906 sind mehrere dieser Normalanemographen in Betrieb genommen worden, die auch in der Hand ungeschulter Beobachter lückenlose Diagramme ergeben haben. Es sei mit erwähnt, daß der Apparat gegen Regen und andere Witterungseinflüsse geschützt und zum Dauerbetrieb geeignet ist.

Kleinere Mitteilungen.

1. **Preisausschreiben der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft.** Die Deutsche Meteorologische Gesellschaft schreibt einen Preis von 3000 (drei Tausend) Mark aus für die beste Bearbeitung der bei den internationalen Aufstiegen gewonnenen meteorologischen Beobachtungen, soweit sie veröffentlicht vorliegen.

Bedingungen.

1. Es steht den Preisrichtern frei, geeignetenfalls den Preis zu teilen.
2. An der Preisbewerbung können sich Angehörige aller Nationen beteiligen.
3. Die anonym einzureichenden Bewerbungsschriften sind in deutscher, englischer oder französischer Sprache zu verfassen, müssen einseitig und gut lesbar geschrieben, ferner mit einem Motto versehen und von einem versiegelten Umschlag begleitet sein, der auf der Außenseite dasselbe Motto trägt und inwendig den Namen und Wohnort des Verfassers angibt.

4. Die Zeit der Einsendung endet mit dem 31. Dezember 1911, und die Zusendung ist an den unterzeichneten Vorsitzenden der Gesellschaft (Geheimen Regierungsrat Professor Dr. G. Hellmann, Berlin W 56, Schinkelplatz 6) zu richten.
5. Die Resultate der Prüfung der eingegangenen Schriften durch fünf Preisrichter werden 1912 in der Meteorologischen Zeitschrift bekannt gegeben werden.

Der Vorsitzende der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft
Hellmann.

2. **Starke nördliche Versetzung im Mittelmeere vor Gibraltar.** Nach dem der Deutschen Seewarte eingesandten meteorologischen Tagebuch des Dampfers »C. Ferd. Laeisz«, Kapt. A. Wagner, wurde am 13. September 1908 auf der Reise von Marseille nach Antwerpen bei der Ansteuerung von Gibraltar eine sehr starke nördliche Versetzung von 16 Sm in $3^1/_2$ Stunden beobachtet. Bereits von Kap Sacratif bis zu der nach guten Beobachtungen ermittelten Mittagsposition auf 36° 22′ N-Br. und 4° 31′ O-Lg., bei frischen, gegen Mittag flauen, östlichen Winden, stellte man einen nördlichen Strom von 5 Sm in $4^1/_2$ Stunden fest. Nach den Übersichtskarten des »Instituto Central Meteorologico« zu Madrid war die Wetterlage im westlichen Mittelmeer am 11., 12. und 13. September normal, gleichmäßig und ruhig mit südlichen leichten Winden und Stillen. Im besonderen am 13. September herrschten leichte südliche und östliche Winde und Stillen, von den Balearen bis westlich der Straße von Gibraltar. Nach den Eintragungen im meteorologischen Tagebuch des Dampfers »C. Ferd. Laeisz« herrschte, der allgemeinen Wetterlage entsprechend, am 13. September frühmorgens wolkiges, schönes Wetter, mit frischen, gegen Mittag abflauenden, östlichen bis südlichen Winden mit entsprechendem Seegang. Nach den englischen und deutschen Küstenhandbüchern[1]) ist auf der Strecke von Kap de Gata nach Gibraltar ein so starker, nördlicher Strom bei so normaler Wetterlage nicht beobachtet worden. Diese außerordentliche Versetzung kann also weder als nachwirkende Windtrift, noch als der durch die Straße von Gibraltar in das Mittelmeer setzende Oststrom, der an der spanischen Küste in ostnordöstlicher Richtung entlang setzt, aufgefaßt werden. Das Nächstliegende wäre nun, da die Bestecksslänge mit der nach Beobachtung gefundenen Länge übereinstimmt, also hier nicht weiter in Frage kommt, eine im Mittelmeer ja recht häufige und starke Hebung der Kimm während der Mittagsbeobachtung anzunehmen, wodurch bekanntlich der Schiffsort von dem beobachteten Gestirn weg verschoben wird; in diesem Falle wäre also der wahre Schiffsort südlicher gewesen als Besteck und nach Sonnenhöhe gefundene Breite erkennen ließen. Umgekehrte Brechungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, also eine Senkung der Kimm anzunehmen, erscheint nach der herrschenden Wetterlage und nach den Aufzeichnungen im meteorologischen Tagebuch des Dampfers »C. Ferd. Laeisz« als ganz ausgeschlossen, denn die Luft- und Wassertemperaturen zeigen während des 12. und 13. September auffallende Übereinstimmung. Schon aus diesem Grunde allein scheint ein Höhenfehler, der durch terrestrische Refraktion erzeugt sein könnte, nicht vorzuliegen. Weiter käme schließlich noch eine unvorhergesehene Änderung in der Deviation an Bord zur Erklärung so ungewöhnlicher starker Versetzung in Frage, was aber auf einem eingefahrenen Schiffe, das schon mehrere Reisen auf demselben Wege hin und zurück gemacht hatte und auf dem sorgfältig navigiert wird, wohl am unwahrscheinlichsten sein dürfte. Es bleibt also doch wohl nichts anderes übrig, als einen ganz abnormen nördlichen Strom, wie er bisher bei normaler Wetterlage noch nicht beobachtet worden ist, anzunehmen. Schließlich sei auch noch auf die starke nördliche Versetzung des deutschen Dampfers »Saxonia« hingewiesen, der auf der Heimreise von Ostasien, direkt von Suez kommend, bei Sabinal am 7. Oktober d. J. festkam. Hiernach erscheint es wohl angebracht, auch bei normalen Witterungs-

[1]) »Segelhandbuch für das Mittelmeer«, I, 1905, S. 53, und »Segelhandbuch für die Nord- und Westküste Spaniens und Portugals« 1901, S. 507 bis 509. Vgl. auch »Entscheidungen des Ober-Seeamts und der Seeämter«, Band 15, S. 40. D. »Lahn«.

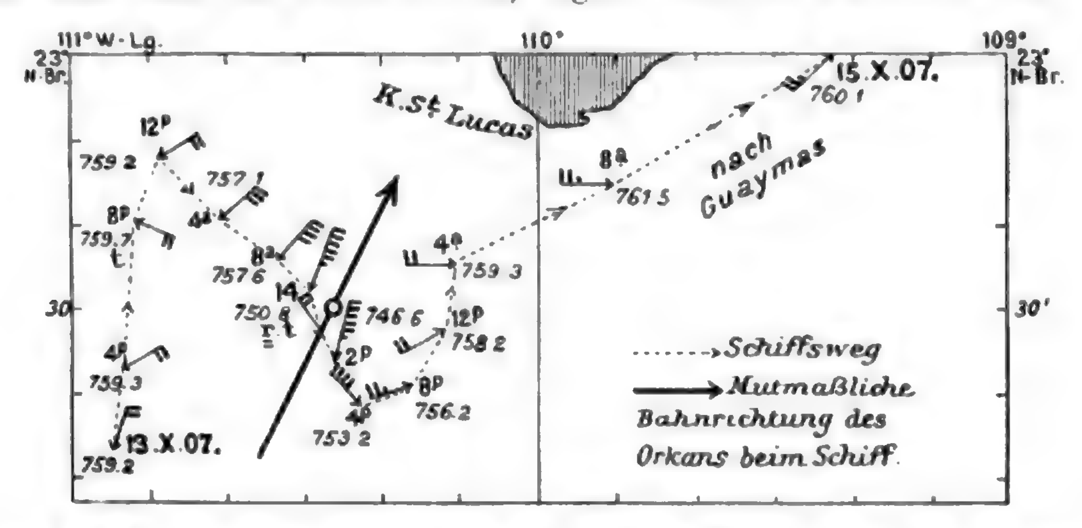
Digitized by Google

verhältnissen, auf anscheinend sicheren, schon mehrfach gesteuerten Kursen, und selbst auf kurzen Distanzen, bei sicher bestimmten Abfahrtspunkten im Mittelmeer, bei der Ansteuerung von Gibraltar ganz besondere Vorsicht walten zu lassen. Kapitän Frhr. v. Schrötter.

3. **Orkan bei Kap St. Lukas im Nördlichen Stillen Ozean am 14. Oktober 1907.** Am 13. Oktober 1907 befand sich S. »Artemis«, Kapt. E. v. Büschen, auf 22° 15′ N-Br. und 110° 54′ W-Lg. Nachdem es am vorhergehenden Tage fast windstill gewesen war, herrschte in der Nacht Gewitterluft mit Blitzen und Donnern, und es machte sich eine rasch zunehmende Dünung aus SO bemerkbar, so daß das Schiff häufig stark schlingerte.

Am 14. Oktober 0ʰ V. ging der Wind dann auf NO mit Stärke 5 bis 6, wobei es leicht, aber anhaltend regnete. Später wurde der Wind böig aus NO, während die Südost—Süddünung noch immer zunahm und so hoch wurde, daß sie zeitweilig in Lee über die Reeling lief. Das Schiff war auf B-B.-Halsen gelegt worden. Das Barometer, welches um 0ʰ V. 759.2 mm (auf 0° C. red.) zeigte, war bis 8ʰ V. auf 757.6 mm gefallen und der Wind und Regen hatten zu dieser Zeit schon sehr zugenommen. Von 8ʰ ab fiel das Barometer schnell und hatte um 2ʰ N. seinen tiefsten Stand mit 746.6 mm erreicht. Inzwischen war der Wind zu einem orkanartigen Sturm ausgeartet und wehte um 12ʰ mittags aus NzO, Stärke 11, fortwährend von wolkenbruchartigem Regen und Gewitter begleitet.

Von 12ʰ mittags bis 1ʰ N. wurde es dann fast windstill mit Unterbrechungen von Böen, NW 6—7, um sodann wieder mit voller Heftigkeit um 1ʰ aus NNO 11 zu stürmen. Der Orkan wehte mit solcher Gewalt, daß das Schiff fast zum Kentern lag. Die Südostsee, welche zu Zeiten die Höhe der Unterraaen erreichte und sich dann über das Schiff stürzte, begrub dasselbe fast unter sich.



Nach 2ʰ N. flaute es allmählich ab, und das Barometer fing wieder an zu steigen. Um 4ʰ war der Stand 753.2 mm. Der Wind drehte nun stetig durch N nach NW, W bis WSW und war auf Stärke 4 abgeflaut. Die See hatte sich mit dem Winde gelegt, und von dem nur wenige Stunden wehenden Orkan war nur noch die Südostdünung zu bemerken.

Nach diesen Angaben ist zu schließen, daß das Schiff von 12 bis 1ʰ mittags am 14. Oktober sich unmittelbar bei und im westlichen Teil der Orkanmitte befunden hat. Der Wind NNO 12 flaute nämlich bis auf Stille und NW 6—7 ab, um später wieder auf NNO 12 zuzunehmen. Dann ging der Wind endgültig herum nach NW, W usw. Die Ausdehnung des Orkans war gering, wie oft in den mexikanischen Gewässern. Er ist vermutlich von SSO oder SO heraufgekommen, wanderte beim Schiff etwa nach NNO und später mehr nordöstlich. Berücksichtigt man die Versetzung, so lag die Orkanmitte am 14. mittags in 22.5° N-Br. und 110.4° O-Lg. Kn.

4. **Starke Stromkabbelung auf der Little Phare- (Hoyo-) Bank.** Dem meteorologischen Tagebuch des Bremer Dampfers »Arkadia« ist folgende Notiz des Kapitäns G. Koopmann über außergewöhnlich hohe Stromkabbelung auf der Little Phare- (Hoyo-) Bank entnommen. »Am 3. Mai 1908, als der Dampfer

Digitized by Google

auf der Reise von Malta nach Rotterdam um 6h N. sich etwa 15 Sm rw. SWzW vom Kap Trafalgar, also auf der Little Phare-Bank, befand, wurde daselbst eine rw. SSW—NNO verlaufende, mehrere Seemeilen lange und scharf begrenzte Stromscheide bemerkt. Während die See südöstlich davon infolge einer leichten bis mäßigen östlichen Brise lebhaft bewegt war, war sie nordwestlich von der Stromscheide fast spiegelglatt. Die Stromscheide bildete eine fast schnurgerade Linie und erhob sich etwa 1 m hoch über den Meeresspiegel. Wenn auch Stromkabbelungen an beiden Seiten der Straße von Gibraltar eine alltägliche Erscheinung sind, in solcher Stärke dürften sie wohl bisher selten beobachtet sein. Es sah aus, als ob die vom Nordatlantischen Ozean nach der Straße zu setzende glatte Trift durch eine starke Gegenströmung plötzlich zum Stehen und Aufstau gebracht worden wäre. Der Umstand, daß die Erscheinung etwa zwei Stunden vor Niedrigwasser stattfand, scheint meine Annahme zu bestätigen; wahrscheinlich haben sich die beiden entgegengesetzten Strömungen gerade auf dem flacheren Wasser der Little Phare-Bank, wo Wassertiefen von 16.5 m gelotet werden, getroffen.« v. d. B.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Reichs-Marine-Amt: **Segelhandbuch für den Ostindischen Archipel, I. Teil.** Mit 282 Küstenansichten, davon 218 im Text und 64 auf 14 Tafeln. 8⁰. 721 S. Berlin 1908. In Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn. Gebunden 4.50 ℳ

Das Segelhandbuch für den Ostindischen Archipel, I. Teil, umfaßt die Beschreibung der West- und Südostküste von Sumatra, der Sunda-Straße, der westlichen Java-See, der Banka-, Riouw-, Gaspar- und Karimata-Straße, der Westküste von Borneo. Der allgemeine Teil enthält auch kurze Anweisungen für die Seewege vom Kap der Guten Hoffnung und vom Golf von Aden nach der Sunda-Straße und zurück, so daß durch dieses Buch die Verbindung hergestellt wird zwischen den Segelhandbüchern für die Süd- und Ostküste von Afrika und für das Rote Meer und den Golf von Aden einerseits und den Segelhandbüchern für das Südchinesische Meer und für Ceylon und die Malakka-Straße anderseits. Als Grundlagen für die Bearbeitung dienten neben den neuesten britischen und niederländischen Admiralitätskarten und Segelhandbüchern zahlreiche Berichte S. M. Schiffe, deutscher Kapitäne der Handelsmarine und Konsuln sowie ältere Berichte aus den »Annalen der Hydrographie usw.« und aus dem »Piloten, neue Folge«. Für die Angaben des I. Abschnittes über Wind und Wetter, Gezeiten und Strömungen, Schiffsführung in Wirbelstürmen, Dampfer- und Seglerwege dienten als Grundlagen neben älteren Veröffentlichungen der Deutschen Seewarte das Werk von van der Stok: »Wind and weather, currents, tides and tidal streams in the East Indian Archipelago«, Batavia 1897 und einige andere niederländische Quellen. Die Schreibweise der Namen ist die auf den niederländischen Admiralitätskarten und in den niederländischen Segelhandbüchern gebräuchliche. Tz.

Reichs-Marine-Amt: **Segelhandbuch für das Südchinesische Meer.** Mit 223 Küstenansichten, davon 151 im Text und 72 auf 14 Tafeln. 8⁰. 694 S. Berlin 1908. In Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn. Gebunden 4.50 ℳ

Das Segelhandbuch für das Südchinesische Meer umfaßt die asiatische Festlandküste von Singapore bis zum Sikiang, die Nordwestküste Borneos und das große von diesen Küsten begrenzte Insel- und Riffgebiet. Im ersten, allgemeinen Teil werden die Seewege zwischen Singapore und Hongkong behandelt, während die übrigen elf Abschnitte die Küstenbeschreibung enthalten. Dem Werke liegen die neuesten britischen, niederländischen und französischen Admiralitätskarten und Segelhandbücher zugrunde sowie zahlreiche Berichte deutscher Konsuln und Kapitäne. Ein Verzeichnis siamesischer und französischer Wörter, zwei Kartenübersichten, eine Mißweisungskarte und ein ausführliches Namenverzeichnis sind dem Buche beigefügt. Wd.

A. Geikie: **Kurzes Lehrbuch der physikalischen Geographie.** Autorisierte deutsche Ausgabe von B. Weigand. 2. Auflage. Kl. 8⁰. 386 S.; 13 Karten, 77 Holzschnitte und 5 Vollbilder. Straßburg 1908. Karl J. Trübner. Preis 4.50 ℳ

Ein berühmtes Buch ist es, das hiermit den deutschen Lesern zum zweiten Male in deutschem Gewande angeboten wird, während die Zahl der Auflagen des englischen Originals schon die 20 überschritten hat. Der über die Grenzen seiner Heimat hinaus geschätzte Professor der Geologie an der

Digitized by Google

Universität Edinburg faßt den Begriff »Physikalische Geographie« erheblich weiter als die deutschen Geographen, die im wesentlichen die Erscheinungen der Erdoberfläche beschreiben und ihre genetischen Zusammenhänge zu erklären sich bemühen; Geikie betrachtet die Erde als Ganzes, als Weltkörper, geht von ihrer Stellung im Sonnensystem aus und behandelt zunächst die Atmosphäre, dann das Meer, dann das Festland und endlich das Leben auf der Erde (die Verbreitung der Pflanzen und Tiere), und zwar stets von der hohen Warte einer allgemeinen Naturbetrachtung aus, nicht von dem Standpunkte eines »Fachgeographen«. Daher greift Geikie, wo es ihm nützlich erscheint, ohne Skrupel weit in Fragen, z. B. der Geologie, der Astronomie, der Geophysik, hinein und kennt überhaupt keine geographische Begrenzung seiner Aufgabe. Die schönen Schlußworte des Buches mögen selbst darüber aufklären, sie lauten: »Die große Aufgabe der Naturwissenschaften besteht in der Verbindung der Gegenwart mit der Vergangenheit — im Nachweise, daß die gegenwärtige Beschaffenheit der Erde das Ergebnis früherer Veränderungen ist. Sie wollen die Veränderungen in der Gestalt der Festländer bis zu ihren ersten Anfängen zurück verfolgen, das reiche Leben, das jetzt Luft, Wasser und Land erfüllt, mit den längst ausgestorbenen Formen vergleichen, deren jede ihren Anteil hat an der großen Entwicklung des Lebens bis zum Menschen hinauf: sie wollen mit einem Worte den wunderbaren Plan offenbaren, nach dem diese Welt erschaffen ist, uns einen immer tieferen Einblick in die Harmonie und Schönheit der Schöpfung gewähren, und uns dadurch mit immer tieferer Ehrfurcht erfüllen vor Ihm, der sie schuf und sie erhält.«

Wenn wir die uns hier besonders interessierenden Kapitel über das Meer durchlesen — S. 109 bis S. 171 —, so begegnen wir einer großzügigen Darstellung der physischen Verhältnisse des Weltmeeres. Nur selten geht Geikie dabei in die Details ein, und wo es doch geschieht, da entsprechen diese Details häufig nicht ganz dem heutigen Stand feststehender Tatsachen, decken sie sich nicht mit den gerade gültigen Theorien. Und dieselbe Beobachtung machen wir auch bei den anderen Kapiteln; freilich ist manchmal — z. B. durch eine in den Zusammenhang des Textes kaum passende Fußnote — ein Versuch gemacht, der überwältigenden Fülle neuester Beobachtungen und Auffassungen gerecht zu werden. Es wäre nun sicherlich unangebracht und würde nur von Kleinlichkeit zeugen, wenn man einem solchen aus einem Gusse hervorgegangenen Werke derartiges ernstlich anrechnen wollte; Geikies physikalische Geographie will nicht ein hochgelehrtes Handbuch sein, sondern ein Lesebuch, das die Liebe zur Erforschung der Erde weckt, und daß diese Absicht erfüllt ist, zeigt ja schon der äußere Erfolg.

Dem Übersetzer, Prof. Weigand, darf das Verdienst zugesprochen werden, daß es ihm — wie er es wünscht — gelungen ist, das papierne Deutsch zu vermeiden. Besonderes Lob aber verdienen die beigefügten 13 Weltkarten zur Veranschaulichung der geographischen Verteilung der einzelnen physikalischen Verhältnisse. Sind sie schon in technischer Hinsicht gut, so ist auch inhaltlich das Kartenbild durchweg — soweit Referent es beurteilen kann — auf der Höhe der Forschung. Man hat den Eindruck, als ob diese Karten vielfach dem Standpunkte, der im Texte zum Ausdruck kommt, weit voraus sind! Jedenfalls erhöhen die Karten den Wert des Buches ganz außerordentlich. G. Sch.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Hann, J.: *Handbuch der Klimatologie.* 3. wesentlich umgearbeitete und vermehrte Aufl. Bd. 1: *Allgemeine Klimatologie.* 8°. XIV, 394 S. m. 22 Abbild. i. Text. Stuttgart 1908. J. Engelmann. 13.00 *M*

van Rijckevorsel: *Konstant auftretende sekundäre Maxima und Minima in dem jährlichen Verlauf der meteorologischen Erscheinungen.* 5. Abtlg. Fol. 14 S. m. 3 Taf. Rotterdam 1908. W. J. van Hengel. 2.00 *M*

Meeres- und Gewässerkunde.

Resultate der wissenschaftlichen Untersuchungen des Balaton. Hrsg. vom Balaton-Ausschusse der ung. geogr. Gesellschaft. 8°. Wien. E. Hölzel. I. Bd.: *Physische Geographie des Balatonsees u. seiner Umgebung.* 1. Teil. Die Geomorphologie des Balatonsees u. seiner Umgebg. Geophysikal. Anh. I.—III. Sektion. 1. Sterneck, R. v.: Untersuchungen üb. d. Schwerkraft. — 2. Eötvös, L.: Die Niveaufläche des Balatonsees u. d. Verändergn. auf diesem. — 3. Steiner, L.: *Erdmagnetische Messungen im Sommer 1901.* Mit 1 Karte, 43 Fig. i. Text u. vielen Tabellen. 30, 64 u. 30 S. 5.20 *M*

Reisen und Expeditionen.

Wissenschaftl. Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer »Valdivia« 1898—1899. Im Auftrage des Reichsamtes des Innern herausgegeb. v. C. Chun. X. Bd. 3. Lfg. Reinisch, R.: Petrographie. II. Gesteine v. der Bouvet-Insel, v. Kerguelen, St. Paul u. Neu Amsterdam mit Tafel XI—XV u. 20 Abbildg. im Text (S. 45—75 m. 5 Bl. Erklärungen). Fol. Jena 1908. G. Fischer. Subskr. Pr. 10.50 *M*, Einzelpr. 15.00 *M*

Südpolar-Expedition, deutsche, 1901—1903. Im Auftrage d. Reichsamtes des Innern hrgb. von E. v. Drygalski. Fol. Berlin. G. Reimer. VIII. Bd. 2. Hft. *Botanik.* 1. Reinhold, Th.: Die Meeresalgen. — 2. Foslie, M.: Die Lithothamnien. Mit Taf. XX u. 6 Abbild. Subskr. Pr. 4.80 *M*, Einzelpr. 6 *M*

Digitized by Google

Fischerei und Fauna.

Johnstone, J.: *Conditions of life in the sea.* A research. 8°. 346 p. Camb. Univ. Press. 9 sh.

Terrestrische und astronomische Navigation.

Anderson, M.: *The elements of pilotage and navigation with notes on the correction of compasses.* 8°. 82 p. Portsmouth 1908. J. Griffin. 3 sh. 6 d.

Hamburger Nautischer Kalender f. d. Jahr 1909. 22. Jahrg. 8°. 55 S. Hamburg 1908. Eckardt & Messtorff. 1,00 ℳ

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Russisches Marine-Ministerium: *Segelhandbuch für die Reise von Kronstadt nach Wladiwostok u. zurück.* Lieferung VIII. Teil 3. *Bengalischer Meerbusen.* (In russ. Sprache.) 8°. X, 351 p. Petersburg 1908.

— — —: *Nachträge zum Segelhandbuch: für die Fahrt von Kronstadt nach Wladiwostok und zurück.* Lieferung 3, 4, 5, 6 Teil 1 u. 2, 7 und 8 Teil 2. 8°, 60, 58, 36, 45, 14, 61 und 16 p. — *f. d. Ostsee.* 8°. 21 p. — *f. d. Schwarze und Asowsche Meer.* 8°. 98 p. (Russisch.) Petersburg 1908.

— — —: *Beschreibung der Leuchttürme und Seezeichen des Russischen Reiches* (Russisch). *Ostsee nebst Finnischem und Rigaischem Meerbusen.* 8°. 503 p. — *Bottnischer Meerbusen.* 8°. 497 p. — *Weißes und Eismeer.* 8°. 263 p. — *Schwarzes und Asowsches Meer.* 8°. 277 p. u. 8°. 80 p. — *Ostsee und Moonsund.* 8°. 120 p. — *Stiller Ozean.* 8°. 67 p. — *Kaspisches Meer.* 8°. 39 p. u. 8°. 22 p. — *Japanisches Meer.* 8°. 27 p. — Petersburg 1908.

British Admiralty: *Mediterranean Pilot. Vol. IV.* London 1908. J. D. Potter. 4 sh. 6 d.

U. S. Coast and Geodetic Survey: *Supplements to the U. S. Coast Pilot: Atlantic coast. 2d edit. parts I—II and part III; Atlantic coast. 3d edit. part V.* 8°. Washington 1908. Government Printing Office.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Mason, H. B.: *Encyclopaedia of ships and shipping.* 8°. 707 p. London 1908. The Shipping Encyclopaedia, Lt. Gbd. 32,50 ℳ

Handbuch f. d. Verschiffung über deutsche Häfen. Hrsg. v. der Red. der Deutschen Export-Revue. 8°. 49 S. Berlin 1908. H. Pätel. 1,00 ℳ

Barnaby, S. W.: *Marine propellers.* 5th edit. 8°. 196 p. London 1908. Spon. 10 sh. 6 d.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Gütschow, C.: *Vergleichende Zusammenstellung der wichtigsten Seeversicherungsrechte.* Q. 8°. 80 S. Hamburg 1908. O. Meißner. 10,00 ℳ

Kitada, H.: *Der Abandon in der Seeversicherung unter besond. Berücksichtigung des japanischen Rechts.* 8°. 64 S. Leipzig 1908. G. Fock. 1,20 ℳ

Verschiedenes.

Stevenson, R. L.: *In the South Seas.* 12°. 348 p. Chatto & Windus. 2 sh.

Binder, H.: *Schiffahrt und Seeausdrücke.* (Bd. 786/87 d. Miniatur-Bibliothek.) 12°. 71 S. Leipzig 1908. A. O. Paul. 0,10 ℳ

Günther, S.: *Physische Geographie mit den erforderlichen Abänderungen.* 3. Aufl. Durchgesch. Neudruck (Sammlung Göschen Nr. 26). Kl. 8°. 147 S. Leipzig 1908. G. J. Göschen.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

The isothermal layer of the atmosphere. »Nature« 1908 Octob. 1.

Die Beziehungen zwischen den Temperaturen des Nordatlantischen Ozeans und derjenigen von Nordwest- und Mitteleuropa. »Gäa« 1908. H. 11.

Gases in upper air. »Scientif. Americ. Suppl.« 1908 Septemb. 26.

Some climatic influences in american history. W. N. Lacy. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 June.

The climate of ancient Palestine. E. Huntington. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1908 Septemb.

Antarctic meteorology, a review. L. C. Bernacchi. »Symon's Met. Magaz.« 1908 Octob.

Beiträge zur Wolkenkunde. A. de Quervain. »Met. Ztschr.« 1908 Oktob.

The amount of radium emanation in the atmosphere. J. Satterly. »Philosoph. Magaz.« 1908 Octob.

Meeres- und Gewässerkunde.

Las corrientes de marea en los canales de las islas Faroe. E. Lyders y Stamm. »Rev. Gen. d. Marina« 1908 Septemb.

On the fog and ocean current along the southwestern coast of Korea. Y. Takashima. (Japan. Sprache.) »Journ. Meteorol. Soc. Japan« 1908 August.

The measurement of ocean waves. How stereoscopic photography determines their dimensions. J. B. van Brussel. »Scient. Americ. Suppl.« 1908 Octob. 3.

Sulle variazioni di livello dei laghi Lapisini. P. G. Magrini. »Atti Reale Istit. Veneto« Tomo 67. Disp. 8.
Die Alkalinität des Meereswassers. (Erste Mitteilg.) W. E. Ringer. »Verhandl. Rijksinstit. v. h. Onderzoek d. Zee« 2. Deel.
Über die Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meereswasser. W. E. Ringer u. Frl. J. M. P. Klingen. Ebenda.
Monatskarten für den Indischen Ozean. Reinicke. »Hansa« 1908 Nr. 39.

Reisen und Expeditionen.

Campagne du »Bougainville« sur les côtes de Norvège en 1907. Camille Vallaux. »Rev. Marit.« 1908 Juin.
I viaggi di Marco Polo nella vecchia versione Boema. E. Teza. »Atti Reale Istit. Veneto« Tomo 67. Disp. 8.

Fischerei und Fauna.

Oude en nieuwe vischgronden. H. C. Redeke. »Mededeel. o. Visscherij« 1908 Sept.
La pêche des phoques en Uruguay. »Rev. Marit.« 1908 Juillet.
La biologie de l'anguille. H. de Warigny. Ebenda.
Die Verbreitung der planktonischen Eier und Larven einiger Nutzfische in der südlichen Nordsee mit einem Anhang über die Jungfische der Gadinen. H. C. Redeke u. P. J. van Breemen. »Verhandl. Rijkinstit. v. h. Onderzoek d. Zee« 2. Deel.

Physik.

Tides of the solid earth observed by Doctor Hecker. R. L. Faris. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 June.
On the meaning and use of entropy. W. McEntee. »Proceed. U. S. Naval Instit.« Vol. 34 Nr. 3.
An annotated bibliography of evaporation. Grace J. Livingston. »Washingt. Monthl. Weather Rev.« 1908 June.
Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes und Eisdampfes. N. Ekholm. »Arkiv f. Matemat. Astron. o. Fysik« Bd. 4 Nr. 29.
Los compases de á bordo. D. R. Pardo de Figueroa. »Rev. Gen. d. Marina« 1908 Sept.
Belangrijke kompasstoring aan boord s. s. »Celebes«, ten gevolge van verhitting van den schoorsteen. L. Roosenburg. »De Zee« 1908 October.
L'action de la terre sur une aiguille aimantée est-elle simplement directrice? E. Lagrange. »Ciel et Terre« 1908 Nr. 15.
Die magnetische Deklination im Jahre 1907. J. B. Messerschmitt. »Ztschr. f. Verm. Wesen« 1908 H. 29.
On the distribution of magnetism over the earth's surface. P. T. Passalskij. »Terrestr. Magnet.« 1908 Sept.
Sur la cause des orages magnétiques. K. Birkeland. »Comptes Rendus« 1908 Tome CXLVII Nr. 12.
Large magnetic storm at Kew. C. Chree. »Nature« 1908 Septemb. 24.
Gefährliche Kompaßstörungen und Sonnentätigkeit im Ostseegebiet. W. Krebs. »Weltall« 1908 Septemb. 15.
Das Nordlicht vom 30. Juni. M. Brendl. »Physik. Ztschr.« 1908 Nr. 20.
Een der grondslagen van de Halo-theorie in gevaar. »Hemel en Dampkring« 1908 Septemb.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Um novo typo de sextante. »Revista Marit. Brazil« 1908 Agosto.
Instantaneous position plotter and course indicator. C. Smith. »Proceed. U. S. Naval Inst.« Vol. 34 Nr. 3.
Ein Apparat zum Messen von Meerestiefen. A. Schortau. »Physikal. Ztschr.« 1908 Nr. 21.
Dispositif expérimental pour le contrôle des thermomètres au-dessous de 0°. R. Dongier et Brazier. »Annuaire Soc. Météorol. de France« 1908 Juillet.
Per la storia del compasso di proporzione. A. Favaro. »Atti Reale Istit. Veneto«. Tomo 67. Disp. 8.
A directive system of wireless telegraphy. E. Bellini & A. Tosi. »Pilosoph. Magaz.« 1908 Octob.
Über einen einfachen Gewitterregistrator mit dem verbesserten Schreiber'schen Nadelkohärer. G. Grundmann. »Das Wetter« 1908 H. 9.

Terrestrische und astronomische Navigation.

Notes on navigating by stars. II. »Naut. Magaz.« 1908 Octob.
Nog eens correspondeerende hoogten nabij den middag. K. Westerman. »De Zee« 1908 Octob.
What we owe to the astronomer. »Naut. Magaz.« 1908 Octob.
Über die Verwendung der Flinderstange. W. Wallis. »Hansa« 1908 Nr. 40.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

Die Hafenerweiterungsbauten in Bremerhaven. »Hansa« 1908 Nr. 42.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Einiges über Nebelsignale. »Oktob. Monatskarte d. D. Seewarte« u. »Hansa« 1908 Nr. 41.
Savety at sea. (Coastguard—Loadline—P. P. J. Insurance.) S. D. Cole. »Naut. Magaz.« 1908 Octob.

Digitized by Google

On a system of lighting ships and lighthouses in substitution for the ones at present in use. J. H. Claiborne, together with some experimental observations in this direction by J. S. Jones. »Proceed. U. S. Naval Inst.« Vol. 34 Nr. 3.
Six-masted schooners. S. P. Elliott. »Naut. Magaz.« 1908 Octob.
Electricity and navigation. X. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 Octob.
Modern marine engineering. W. H. White. »Nature« 1908 Octob. 15.
Über die Verwendung von Motoren i. d. Küstenfischerei. »Mitteil. d. Dtsch. Seefisch. Verein« 1908 Septemb.
Engins de sauvetages pour les côtes. »Rev. Marit.« 1908 Juin.
Propulsion of ships by gas engines. Marquis of Graham. »Naut. Magaz.« 1908 Octob.
Preisausschreiben zur Erlangung brauchbarer Motoren und Winden für Fahrzeuge der deutschen See- und Küstenfischerei, veranstaltet vom Deutschen Seefischerei-Verein, Berlin, unter Beteiligung des Vereins Deutscher Motorfahrzeug-Industrieller, Berlin. »Mitteil. d. Dtsch. Seefisch. Vereins« 1908 Septemb.

Handelsgeographie und Statistik.

Schiffsverkehr im Jahre 1907 in: Abo (Finnland), Archangel, Björneborg (Finnland), La Valette, Livorno, Rodosto (Türkei), Spezia, Mersina (Türkei), Falkland-Inseln und Pensacola. »Dtsch. Handelsarchiv« 1908 September.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1907 in: Porto, Alexandrien und Las Palmas. Ebenda.
Handels- und Schiffahrtsbericht f. d. Jahr 1907 in: Libau, Galatz u. Hongkong. Ebenda.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Entscheidungen des Reichsgerichts: Frachtversicherung und Schiffsmiete. »Hansa« 1908 Nr. 39.
Projet de loi déposé par le gouvernement anglais pour modifier le Merchant Shipping Act de 1894. »Rev. Marit.« 1908 Juin.

Verschiedenes.

Die neue Quarantäneanstalt in Ostswine bei Swinemünde. »Zentralbl. d. Bauverwalt.« 1908 Nr. 82.
Das hamburgische Lotsenwesen im Rahmen der vaterländischen Geschichte. »Hansa« 1908 Nr. 39 u. 40.
Historique et livre d'or de la corporation des pilotes de Marseille. Giraud et Lemoine. »Rev. Marit.« 1908 Juin et Juillet.
Der heutige Stand der Geographie der Antarktis. L. Mecking. »Geogr. Ztschr.« 1908 H. 9.
Orientation of maps. F. P. Gulliver. »Bullet. Americ. Geogr. Soc.« 1908 Sept.
Het geneeskundig onderricht op de zeevaartscholen. L. van 't Hoff. »De Zee« 1908 October.
Der Seemannsberuf in der japanischen Kriegsmarine. »Mitteil. a. d. Gebt. d. Seewesens« 1908 Nr. X.
Analyze des gaz de l'atmosphère non liquéfiable dans l'air liquide. F. Bordas et Touplain. »Comptes Rendus« 1908 Tome CXLVII Nr. 14.

Die Witterung an der deutschen Küste im September 1908.[1]

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers		Luftdruck, 700 mm +						Lufttemperatur, °C.					Zahl der	
		Mittel		Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.									Frosttage	Eistage
		red. auf MN u. 45° Br.	Abw. vom Mittel	Max	Dat.	Min	Dat.	8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Min. <0°	Max. <0°
Borkum	[illegible] m	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.	12.7	16.2	11.6	13.8	[illegible]		
Wilhelmshaven	8.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.	11.6	16.5	12.5	12.6	[illegible]	—	
Keitum	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.	12.8	15.3	12.7	[illegible]	[illegible]	—	
Hamburg	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.	11.4	15.9	12.7	[illegible]	[illegible]		
Kiel	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.	11.1	15.9	11.7	[illegible]	[illegible]		
Wustrow	7.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.	10.7	14.6	12.6	12.2	[illegible]		
Swinemünde	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.	12.0	16.0	13.1	13.1	[illegible]		
Rügenwaldermünde	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.	11.8	15.5	12.4	[illegible]	[illegible]		
Neufahrwasser	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.	[illegible]	15.5	12.7	13.0	[illegible]		
Memel	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2.	[illegible]	14.2	12.2	12.4	[illegible]		

[1] Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 112.

Digitized by Google

Stat.	Temperatur-Extreme						Temperatur-Änderung von Tag zu Tag			Feuchtigkeit				Bewölkung				
	Mittl. tägl.		Absolutes monatl.							Absolute, Mittl. mm	Relative, %			8^h V	2^h N	8^h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
	Max.	Min.	Max.	Tag	Min.	Tag	8^h V	2^h N	8^h N		8^h V	2^h N	8^h N					
Bork.	11.5	16.6	22.7	8.	8.8	21.	0.9	1.6	1.3	10.1	88	77	85	5.3	5.4	5.7	5.4	—0.6
Wilh.	16.7	9.7	21.9	8.	6.9	3.	1.4	1.7	1.6	9.7	92	71	89	5.9	5.4	5.8	5.7	—0.3
Keit.	16.2	10.5	20.2	9.	7.4	21.	1.3	1.4	1.1	10.5	93	88	91	6.1	4.4	5.5	5.3	—1.0
Ham.	16.9	9.9	22.3	8.	7.0	21.	1.8	2.1	1.8	9.7	92	75	84	7.6	6.6	4.2	6.1	0.0
Kiel	16.0	9.3	20.8	8.	6.3	12.	1.3	1.4	1.3	9.4	93	78	92	6.7	5.8	4.1	5.5	—0.7
Wus.	15.3	10.1	20.4	8.	6.7	12.	1.5	1.7	0.8	9.2	89	78	87	5.2	6.5	5.0	5.5	—0.7
Swin.	16.6	10.0	23.2	9.	7.6	22.	1.1	1.6	1.1	9.4	85	72	86	5.4	5.8	5.1	5.4	—0.5
Rüg.	16.3	9.1	21.4	8.	3.8	20.	1.6	1.7	1.7	8.9	85	69	84	5.5	5.8	4.2	5.2	—0.6
Neuf.	16.2	9.8	24.7	9.	4.4	25.	1.3	1.8	1.8	9.0	84	67	84	5.9	6.8	5.2	6.0	+0.1
Mem.	15.1	9.1	18.8	9.	4.0	25.26.	1.5	1.2	1.3	8.9	84	74	84	7.2	6.5	5.6	6.4	+0.4

Stat.	Niederschlag, mm						Zahl der Tage								Windgeschwindigkeit			
	8^h V – 8^h N	8^h N – 8^h V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	mit Niederschlag ≥ mm				K u. T	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Meter pro Sek.			Daten der Tage mit Sturm
							0.2	1.0	5.0	10.0					Mittel	Abw.	Sturmnorm	
Bork.	27	32	59	— 13	14	27.	12	10	5	2	1	0	5	5	7.8	+0.6	16.5	1. 2. 9. 10.
Wilh.	18	31	49	— 8	16	1.	15	11	3	2	1	0	4	7	—	—	—	keine
Keit.	37	82	119	+ 40	18	27.	14	12	9	5	3	0	3	7	5.1	—	12	keine
Ham.	23	13	36	— 26	7	1.	15	9	4	0	1	0	2	10	5.3	+0.8	12	1. 2. 10.
Kiel	18	16	34	— 33	8	26.	13	9	2	0	1	0	7	9	4.8	+0.3	12	keine
Wus.	6	17	23	— 36	6	1.	8	7	1	0	1	0	6	10	3.5	—1.3	12	6.
Swin.	17	17	34	— 18	10	27.	12	8	3	1	1	0	6	5	3.4	—0.8	10.5	keine
Rüg.	23	30	53	— 21	10	6.	13	9	5	0	4	0	6	5	5.7	—	15	6.
Neuf.	9	20	29	— 23	9	10.	15	9	1	0	1	0	3	6	3.9	—	12	keine
Mem.	28	51	79	+ 11	9	6.	19	16	9	0	1	0	2	9	5.0	—	12	2.3.4.6.7.8.15.

Stat.	Windrichtung. Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8^h V	2^h N	8^h N
Bork.	2	1	1	1	2	3	20	0	6	0	31	2	3	1	15	0	2	3.0	3.1	2.8
Wilh.	1	0	0	2	1	8	11	0	7	5	19	14	3	7	3	0	9	3.8	3.0	3.0
Keit.	0	0	0	0	0	14	10	1	5	9	15	4	2	11	16	3	0	2.7	3.3	2.9
Ham.	0	0	0	2	0	21	3	8	0	11	3	32	0	8	1	1	0	3.8	4.0	3.0
Kiel	0	0	0	2	4	9	8	2	11	9	12	11	9	10	1	0	2	2.3	2.4	2.1
Wus.	0	0	0	4	5	10	8	4	4	4	9	12	12	6	2	2	8	3.9	4.3	3.6
Swin.	0	0	4	3	3	9	7	3	3	5	8	14	19	5	2	3	2	3.0	3.4	2.3
Rüg.	2	1	2	0	5	9	8	6	4	7	8	11	11	11	3	1	1	3.7	4.1	3.5
Neuf.	2	1	2	5	6	2	2	4	12	8	7	10	13	7	3	1	5	2.6	3.2	2.2
Mem.	2	0	6	2	11	3	6	3	5	4	16	3	10	3	9	2	5	3.0	3.4	2.7

Die Witterungsverhältnisse im Monat September zeichneten sich bei durchschnittlich etwas zu hohem Luftdruck und vorherrschend südwestlichen Winden durch etwas zu niedrige Temperaturen und meist zu geringe Niederschlagsmengen aus. Stürmische Winde traten fast nur in der ersten Monatshälfte, und zwar hauptsächlich am 1., 2., 9. und 10. auf, im Osten jedoch vom 2. bis 7. fast täglich sowie auch am 17; sie wehten meist aus südwestlichen bis nordwestlichen Richtungen. Gewitter wurden in größerer Verbreitung nur am 26. und 27. beobachtet. Zu erwähnen ist schließlich noch eine Periode von Tagen mit heiterem und trockenem Wetter. Sie reichte vom 18. bis 25. des Monats und zwar fast durchweg für das ganze Küstengebiet; nebliges Wetter brachte nur der 30. in größerer Ausbreitung.

Was die Wetterlage im einzelnen betrifft, so lassen sich zwei Perioden unterscheiden, eine zyklonale, die vom 1. bis 17. September reichte und eine anti-

Digitized by Google

zyklonale vom 18. bis zum Schluß des Monats, welch letztere vom 24. bis 27. eine kurze Unterbrechung erfuhr, wo ein Teilminimum schnell über das Küstengebiet hinzog.

Am 1. lag eine Depression über Nordwesteuropa mit ihrem Kern über England. Sie verlagerte sich nach Finnland verursachte und verbreitete, rechtdrehende, stürmische Winde aus dem Westquadranten, am 1. an der Nordsee, am 2. an der ganzen Küste und am 3. und 4. im Osten. Ein am Morgen des 5. über Nordwestrußland erschienenes Minimum rief in Verbindung mit einem über den Finnischen Busen in östlicher Richtung fortschreitenden Teilminimum am 6. und 7. besonders im Osten wieder stürmische westliche Winde hervor.

Ein neues Tiefdruckgebiet nahte am 5. von Nordwesten her. Es verdrängte das den Westen Europas bedeckende Hochdruckgebiet, das sich anfangs nach Süden, später über den Kontinent ausbreitete und am 8. über Südosteuropa lag. Die genannte neue Depression entsandte zunächst einen Ausläufer nach Osten, der sich zu dem genannten Teilminimum entwickelte; sie zog späterhin mit ihrem Kern etwas nördlich der deutschen Küste vorüber und erzeugte namentlich am 9. und 10. stürmische südwestliche Winde. Die Temperaturen, die bis zum 6. nur wenig Änderung erfahren hatten, stiegen bis zum 9. allmählich höher und erreichten an dem letzteren Tage sogar die höchsten Werte des ganzen Monats. Die Maxima lagen mit Ausnahme der Station Memel etwas über 20°. Neufahrwasser meldete 25°. Während die Depressionen noch bis zum 13. über Skandinavien liegen blieb, nahte eine neue von Nordwesten her und gewann dadurch für das deutsche Küstengebiet Bedeutung, daß ein am 15. nach Nordfrankreich hin entwickelter Ausläufer sich abtrennte und nach Osten abzog. Stürmische Winde aus Nordwest verursachte er jedoch nur im äußersten Osten am 17. September. Am folgenden Tage erfuhr die Wetterlage alsdann eine durchgreifende Änderung. Die ozeanische Depression wurde durch ein Hochdruckgebiet zurückgedrängt, das sich am 18. von Skandinavien südwärts erstreckte und den größten Teil des europäischen Kontinents bedeckte. Damit trat an die Stelle der vorherrschenden Westwinde nunmehr eine kontinentale, seewärts gerichtete Luftströmung, die zunächst bis zum 25. meist heiteres, ruhiges und trockenes Wetter mit verhältnismäßig hohen Tagestemperaturen im Gefolge hatte. Am 27. erfuhren diese Witterungsverhältnisse vorübergehend eine Änderung, indem ein Teilminimum von England her über das Küstengebiet hin nach Osten zog und Trübung mit Niederschlägen im Gefolge hatte. Zu erwähnen ist auch besonders das Auftreten verbreiteter Gewitter am 26. und 27., die fast immer entstehen, wenn in eine relativ warme Luftströmung kältere Luft aus anderer Richtung eindringt. In diesem Falle waren es kalte Westwinde, die nach vorangehenden warmen Südwinden die Gewitterbildung hervorriefen. Nach dem Vorübergang des Teilminimums am 28. stellte sich wieder eine antizyklonale Wetterlage her, indem von Südwesten her über Kontinentaleuropa ein Hochdruckgebiet vordrang, das mit dem Südrußland bedeckenden hohen Luftdruck in Verbindung trat, bei meist inlandigen Winden abgesehen von häufigem Nebel wieder trockenes Wetter im Gefolge hatte und bis zum Monatsschluß anhielt.

Gedruckt und in Vertrieb bei E. S. Mittler & Sohn
Königliche Hofbuchhandlung und Hofbuchdruckerei
Berlin SW, Kochstraße 68—71.

zyklona
eine ku
gebiet l
A
Englan
drehend
2. an d
Nordwe
Finnisc
und 7. l
E
das den
Süden, s
Die gen
der sich
Kern et
9. und 1
nur wen
erreicht
Die Max
wasser m
liegen bl
deutsche
wickelter
aus Nor
Am folg
Die ozea
sich am
europäisc
Westwind
nächst bi
mäßig h
Witterun
von Engl
Niedersch
verbreitet
relativ w
diesem F
winden d
minimums
von Südw
mit dem
inlandigen
Gefolge h

Drehtisch für Kompaßuntersuchungen

von Dr. H. Meldau.

Digitized by Google

Vom Englischen Kanal um Kap Horn.

Vergleich der Dauer von zwölf im Sommer 1907 angetretenen Reisen deutscher Segelschiffe.

Stellt man die 12 Schiffe untereinander, wie sie der Reihe nach den Ausgang des Englischen Kanals verließen, so ergibt sich die folgende Tabelle.

Schiff	J.-Nr.	R-T.	Verläßt den Engl. Kanal	Tage	Linie	Tage	50° S-Br.	Tage	50° S-Br.	Vom Kanal Tage	Bestimmungsort		Gesamt-reise-dauer
si	6673	4026	6. VI.	27	3. VII.	26	29. VII.	8	6. VIII.	61	20. VIII.	Valparaiso	75
rthal . . .	6668	1777	9. VI.	25	4. VII.	27	31. VII.	16	16. VIII.	68	29. VIII.	Tocopilla	81
riette . . .	6670	3072	9. VI.	26	5. VII.	29	3. VIII.	15	18. VIII.	70	28. VIII.	Taltal	80
r	6692	712	19. VI.	29	18. VII.	51	7. IX.	30	7. X.	110	21. X.	Corral	124
pa	6678	1777	29. VI.	30	29. VII.	26	24. VIII.	15	8. IX.	71	18. IX.	Valparaiso	81
apt	6694	1446	6. VII.	29	4. VIII.	26	30. VIII.	13	12. IX.	68	20. IX.	Talcahuano	76
hili	6689	3087	10. VII.	28	7. VIII.	26	2. IX.	13	15. IX.	67	22. IX.	Valparaiso	74
ir	6693	3020	15. VII.	31	15. VIII.	25	9. IX.	9	18. IX.	65	28. IX.	Valparaiso	75
e Hackfeld .	6662	1759	4. VIII.	25	29. VIII.	28	26. IX.	12	8. X.	65	18. XI.	Honolulu	106
dalene . . .	6663	2809	7. VIII.	34	10. IX.	31	11. X.	25	5. XI.	90	28. XII.	S. Francisco	143
o	6695	2118	2. IX.	35	7. X.	27	3. XI.	13	16. XI.	75	25. XI.	Valparaiso	84
gua . . .	6697	2852	22. IX.	26	18. X.	27	14. XI.	17	1. XII.	70	7. XII.	Valparaiso	76
chim* . . .	6699	1808	2. VIII.	27	29. VIII.	24	22. IX.	11	3. X.	62	14. X.	Valparaiso	

* Meteorologisches Tagebuch nachträglich eingekommen.

1. Vom Englischen Kanal bis zur Linie.

In derselben Reihenfolge, wie die Schiffe den Englischen Kanal verlassen hatten, haben sie auch die Linie geschnitten. Das deutet auf eine gewisse Gleichmäßigkeit der Reisen; allein in bezug auf die Reisedauer lassen sich doch drei Gruppen unterscheiden. Die erste Gruppe aus 3 Schiffen, »Potosi«, »Alsterthal« und »Henriette«, erreichte die Linie in 26 Tagen, zur durchschnittlichen Reisedauer aller 13 Schiffe von 29 Tagen, vergleichsweise also schnell. Alle 3 Schiffe der ersten Gruppe erfaßten nämlich den Nordostpassat — oder doch nordöstlichen Wind — schon in der Nähe von 40° N-Br. und wurden auch im äquatorialen Stillengürtel nicht besonders lange aufgehalten, obgleich sie der Nordostpassat schon ungefähr auf der Breite von Brava, der südlichsten der Kap Verdeschen Inseln, im Stiche ließ; sie erhielten dafür den Südostpassat schon zwischen 6 und 7° N-Br.

Die 5 Schiffe der zweiten Gruppe, »Vidar« bis »Pamir« in der vorstehenden Tabelle mit einer mittleren Reisedauer von 29.4 Tagen erhielten den Nordostpassat durchschnittlich erst in 32° N-Br. Dadurch verloren sie gegen die Schiffe der ersten Gruppe im Mittel 3 Tage, die sie nicht wieder einholen konnten. Allerdings brachte sie der Nordostpassat durchschnittlich bis nach 11° N-Br., allein mit der inzwischen fortgeschrittenen Jahreszeit hatte sich der Südwestmonsun mehr oder weniger entwickelt und zwang die Schiffe zu einem Umwege, infolgedessen sie von der Südgrenze des Nordostpassates, obwohl diese durchschnittlich 4° südlicher lag als vorher, ein wenig länger bis zu Linie brauchten als die Schiffe der ersten Gruppe.

Bei den Schiffen der dritten Gruppe fallen die Sprünge in der Reisedauer auf. Wenn die Reisen in Zwischenzeiten von vielen Tagen oder von Wochen angetreten werden, wie beispielsweise die Reise des Schiffes »Peiho«, das den Englischen Kanal 3 Wochen vor der »Pisagua« verließ, so erklären sich die Unterschiede in der Reisedauer meistens durch andere Wind- und Wetterverhältnisse. So hatte »Peiho« sowohl an der Nordgrenze des Nordostpassates wie an dessen Südgrenze langen Aufenthalt durch Windstillen, während »Pisagua« die beiden Stillengürtel schnell überschritt. Wenn indessen Schiffe dicht hintereinander hersegeln, so müssen wir oft nach anderen Ursachen des Unterschiedes

Digitized by Google

der Reisedauer suchen. Z. B. verließ »Marie Hackfeld« den Englischen Kanal am 4. August, und »Magdalene«, die Nord um Schottland kam, überschritt 50° N-Br. westlich von 12° W-Lg. nur 3 Tage später, trotzdem zeigt die Dauer ihrer Reisen bis zur Linie einen Unterschied von 9 Tagen. Die Ursache davon dürfte vornehmlich in den folgenden Umständen zu finden sein. »Marie Hackfeld« segelte vom Englischen Kanal aus bei hohem Barometerstande und leichten südwestlichen bis westsüdwestlichen Winden unentwegt auf St-B.-Halsen, obwohl sie damit 46° N-Br. noch ein wenig östlich von 7° W-Lg. überschritt. Südlich von 46° N-Br. raumte der Wind bald so weit auf, daß sie einen Kurs steuern konnte, der von Kap Finisterre frei zeigte, und nachdem sie so 45° N-Br. überschritten hatte, holte der Wind nördlich und führte das Schiff ohne Aufenthalt in den Passat. »Magdalene« ging bei hohem Barometerstande mit SW zu W-Wind, Stärke 7 bis 5, abnehmend, trotz ihrer westlichen Stellung in 12° W-Lg. und etwa 50° N-Br. $4^1/_2$ Wache lang auf B-B.-Halsen und geriet, wahrscheinlich infolgedessen, nachdem sie wieder gewendet hatte, auf dem Wege nach Süden so nahe an das Maximum bei den Azoren, daß sie durch leichte Winde und Windstillen aufgehalten wurde und erst in 40° N-Br. und $13^1/_2$° W-Lg. nördliche Brise erhielt.

Mit Bezug auf solche Fälle heißt es im »Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean«, II. Aufl. S. 411: »auch könnte ein solches Verfahren (einen Umweg nach Westen zu machen) insofern von Nachteil sein, als man auf der westlichen Route nicht frischere, sondern eher flauere und ungünstigere Winde als in der Nähe der Küste ansegeln würde. Jedenfalls erscheint es notwendig, daß bei der Entscheidung, ob man westlich gehen will oder nicht, die Jahreszeit und die angetroffenen Umstände berücksichtigt werden.«

»Marie Hackfeld« hatte jetzt fast 7 Tage Vorsprung, und in diesem Abstande segelten die Schiffe dann durch den Passat, »Marie Hackfeld« östlich, »Magdalene« westlich von den Kap Verdeschen Inseln, und in demselben zeitlichen Abstande erreichten beide Schiffe 10° N-Br. Von hier aus wurde »Marie Hackfeld« durch die Windverhältnisse wieder begünstigt; sie segelte in 4 Tagen nach 5° N-Br., wendete dort in $15^1/_2$° W-Lg. und segelte dann in wenig mehr als 2 Tagen auf einem Schlage zur Linie auf, die sie in 21° W-Lg. überschritt. »Magdalene« fand, 7 Tage später, von 10° N-Br. an in den westlicheren Positionen so viel flaueren Südwestmonsun, daß sie 7 Tage bis nach 5° N-Br. brauchte und, nachdem sie dort schon in 17° W-Lg. auf B-B.-Halsen gegangen war, sich veranlaßt sah, noch einen Schlag auf St-B.-Halsen zu machen, ehe sie von etwa $2^1/_2$° N-Br. und $14^1/_2$° W-Lg. in einem Schlage zur Linie aufsegelte und sie in 18.8° W-Lg. überschritt.

2. Von der Linie nach 50° S-Br.

Wenn man zunächst von der kleinen »Vidar« absieht, die nur 712 R-T. groß ist, so zeigt sich bei den 12 anderen, über 1400 R-T. großen Seglern, eine erstaunliche Gleichmäßigkeit der Reisedauer. Sie steigt nur einmal etwas mehr als 3 Tage über das Mittel von 27.1 Tagen und geht nur einmal auf 25 Tage herab, trotzdem sich der Reiseantritt dieser Schiffe auf einen Zeitraum von mehr als 3 Monaten, auf die Zeit vom 3. Juli bis 18. Oktober, erstreckt. Ganz erstaunlich gleichmäßig ist mit je 26 Tagen namentlich die Reisedauer von 3 Laeiszschen Schiffen, die in mittleren Abständen von je einer Woche hintereinander hersegelten und die kleine »Vidar« zwischen der Linie und 50° S-Br. überholten. Die Ursachen hiervon liegen auf der Hand, es mag aber gezeigt werden, wie sich das Überholen des kleinen Schiffes vollzog.

»Pampa« schnitt die Linie am 29. Juli, 11 Tage nach »Vidar«, als dieses Schiff in 19° S-Br. schon einen Rundlauf des Windes hatte, bei dem es aus südwestlichen bis südlichen Richtungen so stark wehte, daß »Vidar« im Etmal $^1/_2$° Breite zusetzte. Schon auf 33° S-Br. wurde »Vidar« am 16. August von »Pampa« überholt. Beide Schiffe machten am Morgen dieses Tages bei Südwind, Stärke 5 bis 6, auf St-B.-Halsen, S 70° O gut, aber »Pampa« mit 8, »Vidar« mit $2^1/_2$ Kn. Fahrt, und beide Schiffe gingen zur selben Zeit auf B-B.-Halsen, während »Vidar« nun aber nur S 80° W mit 2 Kn. Fahrt zu machen imstande war, segelte

Digitized by Google

»Pampa« auf S 58°W mit 8 Kn. Fahrt weiter. »Prompt« schnitt die Linie am 4. August, 17 Tage nach »Vidar«, als dieses Schiff auf 27° S-Br. stand, und überholte es am 26. August in 43° S-Br. Für beide Schiffe sprang am Vormittage dieses Tages der Wind fast gleichzeitig von NNW auf SW mit Windstärke 5 bis 6 um. Während nun aber »Vidar« bei noch raumem Seegange und schnell abnehmendem Südwestwinde bis Mitternacht nur etwa S 35°O 37 Sm gut machte, machte »Prompt« unter denselben Verhältnissen bis Mitternacht S 30°O 89 Sm gut, und hatte es wahrscheinlich der dadurch erreichten südlicheren Position zu verdanken, daß die mit dem Vorübergange des hohen Luftdruckes eintretende Windstille nicht so lange anhielt als bei dem nördlicheren Schiffe »Vidar«. »Petschili« endlich, der dritte Segler, von dem »Vidar« auf dem Wege nach 50° S-Br. überholt wurde, ging am 7. August über die Linie, als »Vidar« auf 26° S-Br. stand. Als beide Schiffe am 31. August gleichzeitig 45° S-Br. erreichten, stand »Petschili« fast 2° östlicher und lief bei NNW-Wind, Stärke 2 bis 3, auf dem Kurse S 29°W 18 Sm auf der Wache, »Vidar« dagegen bei NNW-Wind, Stärke 4 bis 5, lief 25 Sm auf der Wache auf dem Kurse S 61°W. Der Umweg, den »Vidar« mit dem westlichen Kurse machte, brachte diesem Schiffe indessen keinen Vorteil, weil es unter Land leichtere Winde fand als »Petschili«, die in größerer Entfernung vom Lande kräftigeren Wind hatte und 50° S-Br. in $62^1/_2$° W-Lg. schon am 2. September, von 45° S-Br. aus, auf geradem Wege erreichte, während »Vidar« auf dem längeren Wege unter Land entlang erst am 7. September zu demselben Schnittpunkte gelangte.

»Parchim«, die in 24° W-Lg. über die Linie ging, hatte vom 29. August bis zum 18. September immer einen Tag Vorsprung vor der »Marie Hackfeld«. Als an diesem Tage die beiden Schiffe in ein Gebiet hohen Luftdruckes von über 779 mm gerieten, stand »Parchim« auf 44°, »Marie Hackfeld« auf 43° S-Br., und infolge dieser südlicheren Stellung ging für »Parchim« das windstille Zentrum des Hochdruckgebietes so viel schneller vorüber, daß das Schiff 50° S-Br. $2^1/_2$ Etmal vor der »Marie Hackfeld« erreichte.

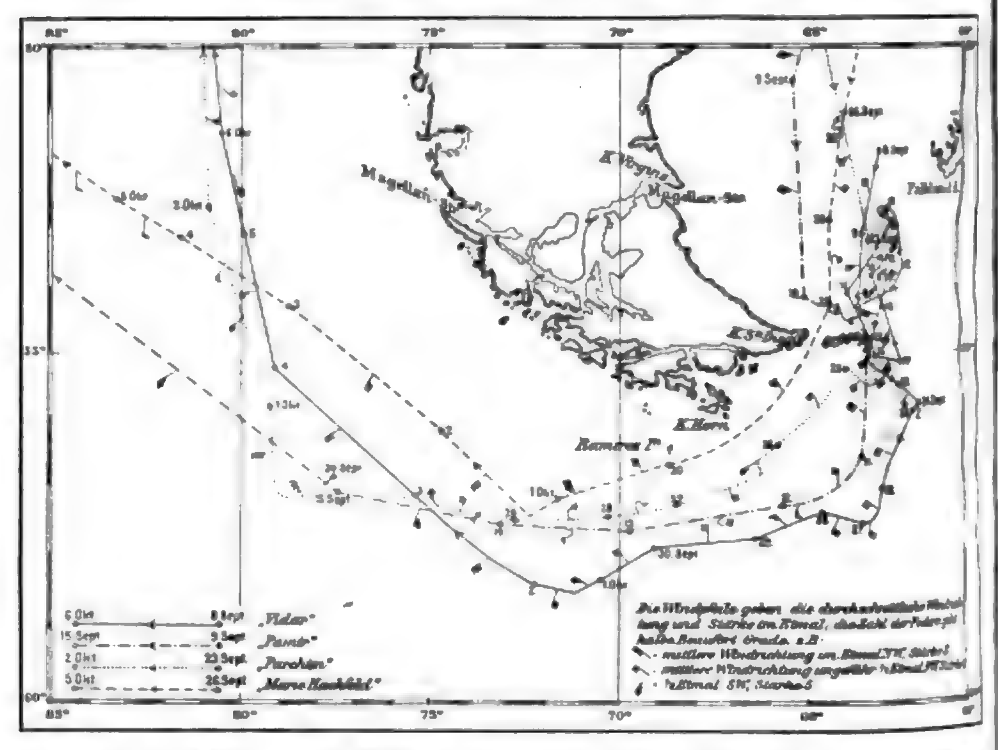
3. Von 50° S-Br. im Atlantischen nach 50° S-Br. im Stillen Ozean.

Zwar zeigen sich, wie von vornherein zu erwarten ist, in der Dauer dieses Reiseabschnittes größere Unterschiede als bei den Reisen vom Englischen Kanal bis zur Linie oder von der Linie bis nach 50° S-Br., indessen weicht bei der Mehrzahl der 12 Schiffe die Reisedauer nur unbeträchtlich von der mittleren — 15.4 Tage — ab. Forschen wir nach den Ursachen der außergewöhnlich kurzen oder langen Reisedauer bei denjenigen der 13 Schiffe, bei denen sie um mehr als 50% von der mittleren Dauer abweicht, so zeigt sich, daß die außergewöhnlich schnelle Reise der »Potosi« auf östliche Winde bei Kap Horn zurückzuführen ist. Dieses Schiff segelte bei nordwestlichem Winde ohne Schwierigkeit durch die Straße Le Maire, und nachdem ihm der Wind auf 57.9° S-Br. in 67.2° W-Lg. nach Süden umgesprungen war, holte er weiter links herum und nahm aus östlichen Richtungen bei allmählich auf 740 mm fallendem Barometer teilweise bis zu Windstärke 10 zu, so daß das schnelle Schiff in 2 Etmalen 16° Länge gut zu machen imstande war, ehe es entschiedener nach Norden aufbog. »Magdalene« dagegen, die von 50° S-Br. im Atlantischen bis 50° S-Br. im Stillen Ozean 25 Tage brauchte, wurde vornehmlich dadurch aufgehalten, daß sie bei westnordwestlichen Winden nach etwa 54.7° S-Br. und 75.7° W-Lg. gedrängt worden war und sich hier wegen der Nähe des Landes — 75 Sm — veranlaßt sah, am 25. Oktober bei südwest- bis westsüdwestlichem Winde auf St-B.-Halsen zu gehen und 2 Etmale lang wieder südostwärts zu segeln. Dabei geriet sie wieder näher an das vorüberziehende Gebiet niedrigen Luftdruckes.

Wie sehr die Umsegelung von Kap Horn nächst entschlossenem Vorgehen von der Größe und Tüchtigkeit der Schiffe abhängt, zeigt die Zusammenstellung der Reisen der Schiffe »Pamir«, »Vidar« und »Marie Hackfeld«. (Man vergleiche hierzu die Karte!) Während »Marie Hackfeld« zunächst noch weit zurück, auf 30° S-Br. stand, waren die beiden ersten Schiffe am 10. September mittags nördlich der Staateninsel, in Sicht davon, »Vidar« auf 54.3° S-Br. in 63.9° W-Lg., »Pamir«

 Digitized by Google

auf 54.1° S-Br. in 65.4° W-Lg., und beide Schiffe hatten bei langsam fallendem Barometer (mittags 741 mm) Nordwestwind, Stärke 7 bis 8. Während nun aber »Pamir« unentwegt um die Ostspitze der Staateninsel herum und dann bei weiter fallendem Barometer mit unstetem nordwestlichem Winde, der aber südlich der Staateninsel nur in den Böen die Stärke 7 bis 8 erreichte, nach Süden steuerte, lag »Vidar« unter kleinen Segeln auf B-B.-Halsen und befand sich infolgedessen am 11. September auf 54° S-Br. und 62.9° W-Lg., als »Pamir« schon auf 56.6° S-Br. und 63.7° W-Lg. stand. Von da segelte »Pamir« bei nun stark fallendem Barometer und nordwestlichem Winde, der für kurze Zeit die Stärke 9 erreichte und das Schiff zwang, kleine Segel zu machen, nach Südwesten weiter und konnte, als am 12. September früh das Barometer mit 728 mm seinen niedrigsten Stand erreicht hatte und der Wind nach SSW holte, sehr bald auf B-B.-Halsen bei schnell abnehmendem Winde nach Westen segeln. Am 12. September mittags stand »Pamir« auf 57.4° S-Br. in 65.8° W-Lg., während »Vidar« zur selben Zeit



noch auf 53.7° S-Br. in 62.5° W-Lg. war. Bei diesem Schiffe war infolge seiner nördlicheren Stellung das Barometer zwar nur auf 736 mm gefallen, gleichwohl hatte es auch für kurze Zeit NW 9, und zur selben Zeit wie für »Pamir« trat auch für »Vidar« das Umlaufen des Windes ein. Während der Südwestwind für »Pamir« infolge der südlicheren Stellung dieses Schiffes aber bald abflaute und durch Süd nach Südost holte, behielt »Vidar« stürmischen Südwest mit Hagelböen, bei dem das auf B-B.-Halsen beigedrehte Schiff am 13. September mittags nach 52.8° S-Br. und 62.9° W-Lg. zurückgetrieben wurde, wärend »Pamir« an diesem Tage bei Ostwind, Stärke 5, 57.7° S-Br. und 69.8° W-Lg. erreichte.

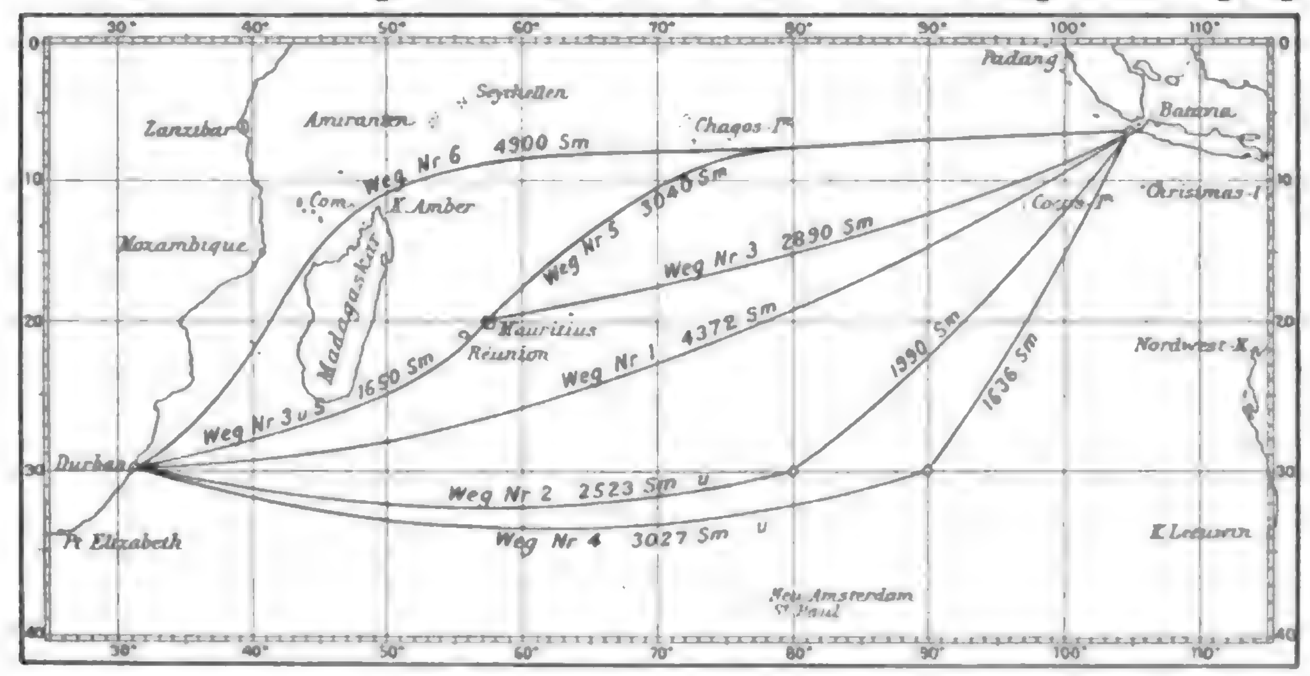
»Pamir« steuerte dann vom 14. bis 16. September mit vorwiegend südlichen und südwestlichen Winden, die nur 2 Wachen lang die Stärke 5 bis 6 erreichten, nach Westen und Nordwesten weiter und stand am 20. September schon auf 42.3° S-Br. in 80.1° W-Lg., als »Vidar« nach einem, durch stürmischen Südwestwind vereitelten Versuche, um die Staateninsel herum nach Süden vorzudringen, wieder nach 53.4° S-Br. und 65.7° W-Lg. zurückgetrieben war, und »Pamir« erreichte am 28. September Valparaiso, als »Vidar« noch auf 57.4° S-Br. und

64.7° W-Lg. stand, also die Länge von Kap Horn noch nicht passiert hatte. Nachdem dieses Schiff aber einmal so weit nach Süden vorgedrungen war, vollzog sich die Umsegelung des Kaps auch für das kleine Schiff ohne besondere Schwierigkeit, zunächst bei mäßigen nördlichen bis nordwestlichen, vom 2. Oktober ab bei südwestlichen und später raumen Winden. Dadurch, daß »Vidar« nach Corral bestimmt war und einen nördlicheren Kurs steuerte, als die inzwischen zum Mitsegler gewordene »Marie Hackfeld«, gelang es der »Vidar« sogar, der »Marie Hackfeld« an Breite einen Vorsprung abzugewinnen, obwohl dieses Schiff bei weitem größer und schneller ist. Als »Vidar« mit nördlichem Winde in 57.7° S-Br. von 66 nach 67° W-Lg. segelte, stand »Marie Hackfeld« am 29. September bei leichtem nordöstlichen Winde nördlich von der Straße Le Maire, durchsegelte diese mit raumem Winde und befand sich am 30. September bei NNW, Stärke 6, 4 Sm südlich von Diego Ramirez und ungefähr 80 Sm nordnordöstlich von »Vidar«. Während dann die beiden Schiffe mit nordwestlichem Winde nach Südwesten segelten, wobei »Vidar« von der größeren und schnelleren »Marie Hackfeld« überholt wurde, nahm für dieses nördlicher stehende Schiff der Nordwestwind zum schweren Sturme zu, so daß es vor Untermarssegeln beidrehen mußte. Bei einem Barometerstande von 741 mm hielt der Nordwestwind mit Stärke 9 bis 10 zwei volle Wachen an, dagegen verzeichnete die 75 Sm südlicher stehende »Vidar« bei dem gleichen Barometerstande von 741 mm nur Windstärke 7. Nachdem dann der Wind am 2. Oktober für beide Schiffe fast gleichzeitig mit dem niedrigsten Barometerstande von 740 mm auf Südwest herumgegangen war, segelten beide Schiffe auf B-B.-Halsen, wobei natürlich die größere und schnellere »Marie Hackfeld« die kleine »Vidar« weit zurück ließ, diese jedoch infolge ihres nördlicheren Kurses 50° S-Br. noch einen Tag früher als »Marie Hackfeld« erreichte. (Vgl. hierzu auch die Karte, in der auch der Weg der »Parchim« nachgetragen ist.)

Die Deutsche Seewarte.

Dampferwege von Durban nach der Sundastraße.

Die Dampferwege, die für Reisen von Durban nach der Sundastraße in Frage kommen, sind aus Anlaß einer Anfrage der Deutschen Dampfschiffahrts-Gesellschaft »Hansa« von der Deutschen Seewarte untersucht worden; die Ergebnisse sind in den folgenden tabellarischen Zusammenstellungen niedergelegt.



Den Zusammenstellungen ist in der Textfigur auch eine Zeichnung sechs verschiedener Dampferwege zwischen Durban und Java Head beigegeben.

Bei Betrachtung dieser Zeichnung sieht man sofort, daß für diese Reisen oder, in weiterem Sinne, für Reisen von Südostafrika nach der Sundastraße

Digitized by Google

keine anderen Wege in Betracht kommen als einer der dargestellten oder doch solche, die zwischen dem südlichsten und dem nördlichsten davon liegen. Die sechs Wege wurden deshalb nach den Angaben der Tabelle I, »Schnittpunkte und Entfernungen auf verschiedenen Dampferwegen von Durban nach Java Head« auf die Monatskarten vom Indischen Ozean für Januar, April, Juli und September eingetragen. Damit wurde zunächst ein Bild der mittleren Wind-, Wetter- und Stromverhältnisse gewonnen, in denen jeder einzelne Weg in dem betreffenden Monate oder in der betreffenden Jahreszeit — die Monate sind so gewählt, daß sie die Jahreszeiten des in Frage kommenden Meeresteiles darstellen — entlang führt. Es wurde dann aber auch weiter auf jeder der vier Karten an jedem einzelnen Wege entlang abgeschätzt, wie viel Stunden Gewinn oder Verlust ein 11 Knoten-Dampfer infolge der mittleren Windverhältnisse und wie viel Seemeilen günstigen oder ungünstigen Strom er infolge der mittleren Stromverhältnisse haben würde. Das Ganze in Zeit umgerechnet, ergab dann die Tabelle II, die »Berechnung der ungefähren mittleren Reisedauer von Durban nach Java Head für einen 11 Knoten-Dampfer«.

Natürlich verhalten sich solche auf Gissung beruhenden Zahlen zu aus Tagebüchern berechneten, für die hier aber kein Material zur Verfügung steht, etwa nur wie der Schiffsort nach Besteck zum Schiffsorte nach Beobachtungen; da indessen so sorgfältig wie möglich verfahren worden ist, so dürften die hier gegebenen Zahlen das Verhältnis der mittleren Reisedauer für einen 11-Knoten-Dampfer auf den verschiedenen Wegen genügend richtig darstellen.

Aus den Zahlen geht hervor, daß die Wege Nr. 2 und Nr. 4 zu jeder Jahreszeit am günstigsten sind; und es darf sogar gesagt werden: »In Wirklichkeit wird die durchschnittliche Reisedauer auf den Wegen Nr. 2 und Nr. 4 wahrscheinlich noch etwas günstiger werden, weil auf diesen Wegen wie auf keinem der anderen die Kapitäne durch Wahl eines passenden Kurses eine günstige Gelegenheit möglichst ausnutzen oder ungünstigen Verhältnissen möglichst aus dem Wege gehen können. So ist es z. B. empfehlenswert, namentlich zu Anfang der Reise, bei nördlichen oder nordöstlichen bis östlichen Winden von den Wegen Nr. 2 oder Nr. 4 noch nach Süden abzuweichen, und so wird es in den meisten Fällen nichts schaden, wenn die Schiffe südlich von 30° S-Br. etwas mehr Länge (etwa bis nach 90° O-Lg.) ablaufen, weil sie dann den besonders im südlichen Winter oft starken Passat um so raumer haben und auch das Gebiet der westlich setzenden Strömungen auf ziemlich nördlichen Kursen schnell überschreiten können. Dagegen sollten sich die Schiffe nicht ohne besondere Gründe schon wesentlich westlich von 80° O-Lg. über 30° S-Br. hinaus nach Norden drängen lassen, weil sie dann den Passat schral haben würden.

Selbstverständlich ist es nicht ganz ausgeschlossen, daß ein Schiff auf den Wegen Nr. 1, 3 oder 5 ganz ausnahmsweise flauen Passat finden und dann auch dort, namentlich auf dem kürzesten Wege, Nr. 1, eine schnelle Reise machen kann, durchschnittlich werden aber die Reisen für 11 Knoten-Dampfer und selbstverständlich auch für langsamere auf diesen Wegen mehr Zeit in Anspruch nehmen als auf den Wegen Nr. 2 und Nr. 4, denn im allgemeinen verursachen außergewöhnliche Verhältnisse auf den Wegen, auf denen durch Winde und Strömungen eine Verlängerung der Reisedauer herbeigeführt wird, auch viel öfter und leichter eine außergewöhnliche Verlängerung der Reisedauer als deren Beschleunigung.

Wird man daher durchschnittlich auf den Wegen Nr. 2 und 4 die schnellsten Reisen machen, so wird man zwar nicht darauf rechnen dürfen, dabei durch Ausnutzung der gerade angetroffenen Verhältnisse noch Tage zu gewinnen, allein man wird dort doch ziemlich sicher sein vor tagelangen Verzögerungen der Reisen, die auf den Wegen Nr. 1, 3 oder 5 leicht eintreten können; man ist außerdem in der Orkanzeit der Orkangefahr weniger ausgesetzt und ist auch in der Lage, einem herannahenden Orkane leichter aus dem Wege steuern zu können. Was endlich den Weg Nr. 6 anlangt, so sollte er nur von Schiffen genommen werden, die aus besonderen Gründen jeglichem Seegange so viel wie

möglich aus dem Wege gehen müssen. Weiteres Eingehen auf die meteorologischen und hydrographischen Verhältnisse dieser Wege dürfte sich erübrigen, da auf die inzwischen erschienenen »Monatskarten für den Indischen Ozean« verwiesen werden kann, es möge indessen gestattet sein, hier anzugeben, wie sich diese nur in einer einmaligen Ausgabe erschienenen Karten zweckmäßig gebrauchen lassen.

Will man den zweckmäßigsten Weg zwischen zwei Orten im Bereiche der Monatskarten für eine bestimmte Zeit wissen und findet man den Weg auf der Karte für den betreffenden Monat nicht gedruckt vor, so zeichne man sich vom Blatt 13 die in Frage kommenden Wege mit den dazu gehörigen Entfernungen auf ein Stück Pauspapier; dabei bezeichne man die Schnittpunkte zweier Meridiane mit einem Breitenparallel. Legt man dann diese Pause so auf die Karten für die betreffenden Monate, so daß die bezeichneten Punkte wieder auf die gleichen Schnittpunkte des Breitenparallels und der Meridiane fallen, so sieht man leicht, welchen Weg man einschlagen sollte, welche mittleren Wind- und Stromverhältnisse man zu erwarten hat und wie man seinen Weg besonderen Umständen am besten anpassen kann.

Tabelle I.

Schnittpunkte und Entfernungen auf verschiedenen Dampferwegen von Durban nach Java Head.

1. Kürzester Weg = 4372 Seemeilen (Größter Kreis).

O-Lg. wird geschnitten in	S-Br.	O-Lg. wird geschnitten in	S-Br.
31.4° O-Lg.	29.9° S-Br.	70° O-Lg.	23.0° S-Br.
40 «	29.4 «	80 «	19.2 «
50 «	28.1 «	90 «	14.7 «
60 «	25.9 «	100 «	9.7 «

2. Weg über 80° O-Lg. in 30° S-Br. = 4513 Seemeilen.

Größter Kreis bis 80° O-Lg. = 2523 Sm; Größter Kreis von 80° O-Lg. bis Java Head = 1990 Sm.

31.4° O-Lg.	29.9° S-Br.	70° O-Lg.	31.5° S-Br.
40 «	31.5 «	80 «	30.0 «
50 «	32.3 «	90 «	22.1 «
60 «	32.3 «	100 «	12.3 «

3. Weg über Mauritius und von da auf dem kürzesten Wege nach Java Head = 4570 Seemeilen.

Dieser Weg führt südlich von Madagaskar entlang nach Mauritius und von da in dem folgenden Größten Kreise nach Java Head.

60° O-Lg.	19.7° S-Br.	80° O-Lg.	15.2° S-Br.
70 «	17.7 «	90 «	12.1 «
		100 «	8.6 «

Die Länge des Größten Kreises Mauritius—Java Head = 2890 Sm.

4. Weg über 90° O-Lg. in 30° S-Br. = 4663 Seemeilen.

Größter Kreis bis 90° O-Lg. = 3027 Sm; Größter Kreis von 90° O-Lg. bis Java Head = 1636 Sm.

31.4° O-Lg.	29.9° S-Br.	70° O-Lg.	33.2° S-Br.
40 «	31.9 «	80 «	32.0 «
50 «	33.3 «	90 «	30.0 «
60 «	33.6 «	100 «	15.8 «

5. Weg bei Mauritius und Diego Garcia entlang = 4690 Seemeilen.

Dieser Weg führt Süd um Madagaskar und nordöstlich bis man in Breiten gelangt, in denen der Passat keine nennenswerte Kraft mehr hat; ist das der Fall, so steuert man östlich. Da sich dieser Weg von Durban aus nicht empfiehlt, so wird hier von näheren Angaben abgesehen.

6. Weg um die Nordseite von Madagaskar = 4900 Seemeilen.

Dieser Weg führt auf der östlichen Hälfte des Mozambique-Kanals und an der Nordwestküste von Madagaskar entlang nach Nordosten und nordöstlich weiter, bis man aus dem Passat heraus ist. Da sich dieser Weg von Durban aus im allgemeinen nicht empfiehlt, wird hier von näheren Angaben abgesehen.

Tabelle II.

Berechnung der ungefähren mittleren Reisedauer von Durban nach Java Head für einen 11 Knoten-Dampfer.

Nr.	Weg	Entfernung	Reisedauer: Ohne Wind u. Strom	Wirkung des Windes	Wirkung des Stromes	Summe	Summe	
		Sm	Std.	Std.	Std.	Std.	Tge.	Std.
1	Kürzester Weg	4372	398					
	a) Januar			+ 22	+ 25	445	18	13
	b) April			+ 22	+ 22	442	18	10
	c) Juli			+ 31	+ 28	457	19	1
	d) September . . .			+ 26	+ 23	447	18	15
	e) Jahr					448	18	16
2	Weg über 80° O-Lg. in 30° S-Br. . .	4513	410					
	a) Januar			0	− 6	404	16	20
	b) April			0	− 4	406	16	22
	c) Juli			− 3	− 8	399	16	15
	d) September . . .			− 2	− 8	400	16	16
	e) Jahr					402	16	18
3	Weg über Mauritius und von da im Größten Kreise	4540	413					
	a) Januar			+ 23	+ 28	464	19	8
	b) April			+ 27	+ 25	465	19	9
	c) Juli			+ 27	+ 32	471	19	15
	d) September . . .			+ 23	+ 36	471	19	15
	e) Jahr					468	19	12
4	Weg über 90° O-Lg. in 30° S-Br. . .	4663	424					
	a) Januar			0	− 7	417	17	9
	b) April			0	− 5	419	17	11
	c) Juli			− 4	− 9	411	17	3
	d) September . . .			− 3	− 11	410	17	2
	e) Jahr					414	17	6
5	Weg bei Mauritius und Diego Garcia entlang	4690	427					
	a) Januar			+ 14	+ 23	464	19	8
	b) April			+ 9	+ 8	444	18	12
	c) Juli			+ 14	+ 30	471	19	15
	d) September . . .			+ 9	+ 35	471	19	15
	e) Jahr					462	19	6
6	Weg Nord um Madagaskar	4900	446					
	a) Januar			0	− 5	441	18	9
	b) April			0	− 3	443	18	11
	c) Juli			0	+ 20	466	19	10
	d) September . . .			0	+ 30	476	19	20
	e) Jahr					456	19	0

R.

Über sekundäre Gezeitenwellen.

Von Dr. Wegemann-Rendsburg.

Schon lange, bevor man selbstregistrierende Pegel aufstellte, waren besonders den Küstenbewohnern des Mittelländischen Meeres Schwankungen des Meeresspiegels von kurzer Periode in Buchten und Meeresstraßen aufgefallen und zum Teil auch in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert. An manchen Küsten, auch außerhalb des Mittelländischen Meeres, trat diese Erscheinung so ausgeprägt auf, daß man sie mit besonderen Namen bezeichnete (Marrobbio von Süd- und West-Sizilien; Resaca von Nord-Spanien; Yota an den pazifischen Küsten Japans; Abiki in der Bucht von Nagasaki; ferner der Seebär in der westlichen Ostsee; die

Digitized by Google

Tsunamis der japanischen Küsten; die Seiches des Genfer Sees und Grundwellen des Bodensees). Seitdem man selbstaufzeichnende Pegel in den verschiedensten Teilen der Meere und in Seen aufstellte, zeigte sich, daß ähnliche Erscheinungen von sehr verschiedener Höhe in den meisten Buchten, Meeresstraßen und Seen auftreten. Eine eingehende wissenschaftliche Erforschung solcher Seespiegelschwankungen hat Forel seit Anfang der 70er Jahre des 19. Jahrhunderts am Genfer See ins Werk gesetzt und dadurch zu Beobachtungen an anderen Seen angeregt, so daß das Seichesproblem in den Hauptzügen als gelöst gelten kann. Eine Zusammenstellung der wesentlichsten Tatsachen nach dem augenblicklichen Stande bietet die Endrössche Abhandlung[1]) in Petermanns Mitteilungen. Inwieweit hier, bei den Vibrationen besonders, »Unterwasserwellen«, die durch einen Windstoß hervorgerufen sind, in Frage kommen und vielleicht als Hauptursache des Seebärs der Ostsee anzusehen sind, bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten. Jedenfalls liefert Sandströms Versuch[2]) über Tiefwasserwellen in der Scheidefläche zwischen zwei Schichten verschiedener Dichte einen beachtenswerten Beitrag zur Aufklärung der vorliegenden Probleme.

In derselben systematischen Weise, wie Forel die Seiches studierte, haben japanische Gelehrte auf Anregung der japanischen Erdbebenkommission 1903 bis 1906 es unternommen, die sekundären Wellen an den Küsten Japans zu erforschen. Nach einem vorläufigen Berichte von Honda, Yoshida und Terada 1905 ist soeben der Hauptbericht in den Veröffentlichungen der Kaiserlich japanischen Akademie der Wissenschaften von Honda, Terada, Yoshida und Isitani[3]) erschienen. Das mustergültige, umfangreiche Werk erhält durch die zahlreichen Karten und Mareogramm-Reproduktionen einen erhöhten Wert. Ein Textauszug ist im Philosophical Magazine (Januar 1908) mit 10 Textfiguren und 6 Tafeln veröffentlicht.

In einem Vorwort gibt Nagaoka die leitenden Gedanken bei der Untersuchung an. Veranlaßt wurde sie durch die verheerenden Erd- und Seebebenwellen, die die japanische Küste von Zeit zu Zeit heimsuchen, besonders die Sanrikuwelle vom 15. bis 16. Juni 1896. Omori, der sie an der Hand von Mareogrammen studierte, kam zu dem Schluß, daß die Buchten wie flüssige Pendel Schwingungen machen können, deren Perioden für eine jede eigentümlich sind. Auch die Ähnlichkeit mit den Seiches der Seen wurde erkannt. Eine ausführlichere Geschichte der Beobachtung und verschiedene Theorien enthält § 1 des Werkes, ohne indes erschöpfend zu sein. Der folgende Paragraph enthält eine Beschreibung des Quecksilber-Mareographen von Nakamura, während § 3 die allgemeinen Ergebnisse bringt.

Folgende allgemeine Ergebnisse wurden abgeleitet:

1. An offenen Küsten sind die sekundären Wellen schwach und unregelmäßig; an denen des Japanischen Meeres jedoch stärker als an den pazifischen.

2. In sehr großen oder flachen Buchten mit sehr enger Mündung sind sie ebenfalls schwach.

3. In tiefen, landeinwärts sich erstreckenden Buchten oder Mündungen treten sie dagegen sehr ausgesprochen auf.

4. An benachbarten Küstenorten oder in nebeneinanderliegenden Buchten wurden häufig gemeinsame Schwingungen beobachtet.

5. Höhe und Periode der Schwankungen derselben Bucht wechseln häufig. Doch kommen meist nur einige bestimmte Perioden in jeder Bucht oft gleichzeitig, oft wechselnd vor. Diese Perioden sind selten konstant, sondern schwanken um einige Minuten.

6. Manchmal treten die gleichen Wellenzüge mit der gleichen Phase der Gezeitenwelle auf.

---

[1]) Endrös: Vergleichende Zusammenstellung der Hauptseicheperioden der bis jetzt untersuchten Seen mit Anwendung auf verwandte Probleme. Petermanns Mitteilungen. 1908. Heft II, III, IV.

[2]) Sandström: Dynamische Versuche mit Meerwasser. Ann. d. Hydr. usw. 1908. S. 8 bis 11.

[3]) Honda, Terada, Yoshida, Isitani: Secondary Undulations of Oceanic Tides. XXIV. Bd. Journal of the College of Science. Imperial University Tokyo. 113 Seiten. 2 Titelbilder und 95 Tafeln.

Digitized by Google

7. Die Phase der Grundschwingung ist in allen Teilen der Bucht die gleiche. Die Welle ist also stehend. Die Bucht läßt sich mit einem akustischen Resonator vergleichen, der aus einer Menge zusammengesetzter Klänge den seinem Eigenton nahezu gleichen aufnimmt und auf ihn anspricht. Die Bucht hat also an ihrer Mündung einen Schwingungsknoten, am Ende einen Bauch.

8. Die Periode der Grundschwingung berechnet sich nach der Formel

$$T = \frac{4\,l}{\sqrt{g\,h}}$$

wo l die Länge der Bucht, h ihre mittlere Tiefe bedeuten.

9. Vor der Mündung ist eine im Innern stark ausgeprägte Schwingung nur sehr schwach.

10. In langgestreckten Buchten werden außer der Grundschwinguug manchmal auch untergeordnete Wellen, den »Obertönen« entsprechend, erzeugt.

Was die Spezialergebnisse angeht, so hätte sich außer der ausführlichen Beschreibung eine tabellarische Darstellung empfohlen, die außer der Aufzählung aller beobachteten Perioden Angaben über die Dimensionen der Buchten, die theoretische Grundschwingung, die Stärke und Ausprägung der Wellen und die Dauer der Beobachtung enthielt. Die in einem späteren Abschnitt gegebene Tabelle enthält von den 64 Orten nur 31, und von jedem nur 1 bis 2 Perioden, die mit berechneten verglichen werden. Die beiden Rubriken »Tiefe« und damit »Berechnete Periode« sind indes nicht einwandfrei, wie an der betreffenden Stelle näher auszuführen sein wird. Eine solche tabellarische Übersicht hätte den Vorteil gehabt, daß man leichter das Vorkommen bestimmter Perioden hätte feststellen können, und einen Rückschluß auf die Periodizität der erregenden Ursache hätte machen können. Wenn wir auch zur Zeit über die Periodizität der seismischen Schwingungen, der Zyklon- und Unterseewellen wenig wissen, so darf man doch hoffen, daß die Analyse von Seismogrammen, das Studium der Neben- und Zyklonwellen die Aussonderung von bestimmten Perioden ermöglichen, und der Mareograph sich als Seismograph und Barograph zugleich erweisen wird.

Folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung aller beobachteten Perioden. Die fettgedruckten sind die ausgeprägten Wellen.

Name	Beobachtete Perioden in Minuten							
				Hokkaido.				
Otaru		**13.8—16.5**	**24.3**	**36.1**	45.0			
Nemuro		**10.9**		33.7 38.6				
Hanasaki	6.9	14.2—17.7	19.2—23.2	38.8	44.5		61.2—65.6	
Hamanaka			20.9 24.2		49.5		62.3	84.3
Mororan					46.7	51.1—54.0	58.3—60	
Hakodate			**21.9—24.5**		**45.5—57.5**			120
				Honshiu — Japanisches Meer.				
Aomori			**23.4—26.3**					**103** 300
Iwasaki	**8.3**	11.0 – 13.5 **15.8—17.3**						
Niigata			22.6					
Kashiwazaki		**11.6—12.4** **14.5—17.2**	**22.0** **25.5**	30.0 35.8	43.3			
Naoetsu				37.6				
Fushiki		**11.3—14.9**		30.0		54.1 58		**119**
Wajima		12.5—16.4	21.9	28—33				81.5
Kanciwa			**21.2**			59		
Tsuruga		**10.5**	**22.6**			**56.7**	**62.7—67.7**	
Tonoura		**11.9—12.9** **15.3**	21.5—28.8					

Name	Beobachtete Perioden in Minuten							
Honshiu — Küste des Stillen Ozeans.								
Same		16.4	35	41.5				
Miyako		12	**21.3—22.0** **23—27.6**		55.2			
Odsuchi			27					
Ryoishi		**12—13.2**	**20.3—22.8**					
Kamaishi	**8.6—9.4**		**20.3** **24.8—26**					
Kojirohama		18.8—20.4	24.6					
Yoshihama		**15.4—16.5** **18.5—20.1**		**32—37.2**				
Okirai		10	**27.5—29.9**			54.5		
Ryori		12.9 18.3	29	33.3				
Ofunato	**5.5**	**12.8—16.8**		**36—39.1**	41.5—43.5			
Niiyama	**6.4** **7.6**	**11—12.8**	**20—23.7** **27.5—30.7**				61.5	71.6 90.0
Ayukawa	**6.8—8.9**	**14.2—15.1**	**20.9—22.8**					
Shiogama					44.0			
Hiragata			28			50		
Inuboye	**8.9**	**16.3—18.1**	**20** 26—29.8	31—34.4 38.7	49		66	
Tokyo							63.1—67	72—82.1
Moroiso		**13.8—15.6**						
Atami		12.8						72.4—76.2 97.6
Shimoda		**11.9** **13.8—18.2**	**21.5**	**30.9**				
Shizuura		18.1—19.6						71
Omaezaki		**18.6**	**27.7**					
Maisaka		10 16	20.2—23.4	30.2		55.0		
Kamagori		18.7		36.5	43.2—45.1			208
Kamezaki					44.5		68	390
Shimonomisaki		11.3—16.3	25.8	34.1				
Osaka	1.5 2.1—2.5 **8—18**		20—25	32—36		50—65		260 100—140 310
Hiroshima	9.5						60	
Shimonoseki					46.5	54.3—57.6	64.8	150
Shikoku — Küste des Stillen Ozeans.								
Shioyasumi	**2.5**						63	96—120
Hinoura					43	54—59		75—86 111—121
Yebisujima						51—63	68—74	84 94—116
Ogeura						54—57		120 180—200
Kameura		16—20				51—64		
Tei	7.5		25.9	30.6—32.9	39.9 49.1—52.9			73.9—77.5
Susaki				**30.9** **35.4—38.5**	**39.9—41.6** **43.1—46.8**	**50—54**		
Shiraiwa				**31**				

Digitized by Google

Name	Beobachtete Perioden in Minuten							
Otani		17.6—18.2		35.4		53.3		
Heshima			24 6—27.6	39.7		55.1		
Kure		15.0—16.3					61.3	
Yotsu		14.6—15.4						75.8
Kiushiu.								
Hososhima . . .		17.8—20.3						
Aburatsu		15—19	21.6—24.5	37.5—39.2	43			
Kagoshima . . .		17.2	22.8—23.9					
Ibusuki		14.2 18.3—20.6						
Nagasaki			22.5—25.2	31.9—32.4 34.5—37.6	40.1 44.5—45.2	53.6		69—72
Formosa.								
Kelung			25.3—29.6			57.2		
Takow		11.9—13.7	24.4—26.5					
Bonin-Inseln.								
Futami		15.3—16.5 17.2	18.0—21.2					

Name	Beobachtete Perioden in Minuten								
Beben und Zyklonwellen.									
Hakodate . . .		18.8	22.1	39.5		57.5			Sanriku 1896.
			cr. 20						Ariqua1868,Iquique1877.
			21.9		40 9—49.2				Ecuador 1906.
			22.1		48—53				Valparaiso 1907.
Ayukawa . . .	8								Sanriku.
	7.3—8.3		20						Ecuador.
	7.3		23						Valparaiso.
	7		22						Zyklon.
Aburatsubo . .								96	Valparaiso.
		15							Sanriku.
	7	10							Zyklon.
Kushimoto . .		13.2	21						Ecuador.
		12.3	21.4						Valparaiso.
		10.0—13.0	20 - 26						Zyklon.
Shimonomisaki .		11.6—13 16.5—18.6	21.5—23.7	32.1					Bebenwellen.
Hososhima . . .			20.4						Ecuador.
Fukahori		10.4—13.6							
Miyako	8	11 16—17		34					Sanriku.
Hanasaki	7	10							

Es wäre sehr dankenswert gewesen, wenn ein Abschnitt vorausgeschickt wäre über die Bestimmung der Perioden an den Mareogrammen, da doch selten einfache Verhältnisse vorliegen, sondern oft Interferenzen bestehen zwischen zwei oder sogar mehreren Wellen, die selber meist keine konstante Periode besitzen und in ihrer Höhe wechseln. Hierin liegt überhaupt eine der Hauptschwierigkeiten des ganzen Problems. Wertvoll wären ferner Angaben über die Amplituden der sekundären Wellen gewesen, und zwar Mittel- und Maximalwerte, wodurch allerdings eine bedeutende Mehrarbeit nötig gewesen wäre, die vielleicht durch die Geringfügigkeit der Ergebnisse sich nicht gelohnt haben würde. Man wäre vielleicht instand gesetzt worden, festzustellen, ob die Form und Tiefe der Bucht von Einfluß auf die Höhe oder die Erzeugung einer

Digitized by Google

oder mehrerer interferierender Wellen ist. Besonders eingehend ist die Diskussion der Erscheinung in Hakodate, Osaka, Straße von Naruto, Susaki und Nagasaki.

Der folgende Paragraph enthält eine Beschreibung der Experimente mit Modellen der wichtigsten Buchten. Die Anregung dazu bot Endrös' Experiment bei Gelegenheit des Studiums der Seichesperioden der oberbayerischen Seen. Die Reliefmodelle der Buchten wurden bis zur Wasserlinie in einen Wasserbehälter getaucht, in dem mit einem Pendel Wellen erzeugt wurden. Das Wasser in der Bucht führte dann stehende Schwingungen aus wie in der Natur, allerdings von geringer Amplitude, aber konstanter Periode. Je größer indes die Übereinstimmung zwischen der Periode des Pendels und der der Bucht war, desto größer wurde die Amplitude, die ein Maximum erreichte, wenn beide genau zusammenfielen. Der Schwingungsknoten lag an der Mündung der Bucht, der Bauch am Ende. Doch ließen sich leicht zwei- bis dreiknotige, stehende Wellen in länglichen Buchten erzeugen. Um die Bewegung der Wasserteile zu studieren, wurde die Oberfläche mit feinem Aluminiumpulver bedeckt und Öltropfen zugesetzt, um den Einfluß der Oberflächenspannung auf das Pulver zu vermindern. Es wurde dann vertikal über dem Modell eine Photographenkamera angebracht, und die Trockenplatte während der Dauer einer halben Schwingungsperiode exponiert; dann zeichnete jedes bewegte Aluminiumteilchen eine feine Spur auf die Platte, und deren Gesamtheit gab ein vorzügliches Bild der horizontalen Bewegung. Es wurden Versuche an sieben Modellen unternommen. Die Tiefe der Modelle war beträchtlich überhöht im Verhältnis zur Länge, um überhaupt brauchbare Ergebnisse zu liefern. Die beobachtete Periode ist dann mit einem Faktor zu multiplizieren, um die Verhältnisse der Wirklichkeit zu erhalten. Wenngleich die Ableitung dieser Faktoren elementar ist, so hätte sie doch kurz berührt werden können; z. B. für das Modell der Bucht von San Francisko ist das Längenverhältnis 1 : 40000, das Tiefenverhältnis 1 : 366 gewählt. Daraus ergibt sich der Korrektionsfaktor $r = 40000 : \sqrt{366} = 2091$ statt 2076, wie in der Abhandlung angegeben. Auch die übrigen weichen um Kleinigkeiten ab, ohne daß dadurch allerdings das Endergebnis wesentlich beeinträchtigt wird. Es ließen sich Schwankungen von 0.8, 1.1 bis 1.4 und 3.1 bis 3.5 Sekunden Periode beobachten. Multipliziert man sie mit r, so erhält man 28, 38 bis 48 und 107 bis 122 Minuten, wie es der Wirklichkeit entspricht. Wo eine strengmathematische Behandlung des Problems unmöglich ist wegen der meist sehr unregelmäßigen Form und Tiefe der Buchten, muß die Möglichkeit experimenteller Erforschung als eine wichtige Tatsache betrachtet werden. Man ist also imstande, an der Hand eines Modelles die sekundären Schwingungen einer Bucht oder Meeresstraße oder eines Sees im Studierzimmer festzustellen, ohne fortlaufende Beobachtungen an Ort und Stelle vorzunehmen. In dem Bericht im Philosophical Magazine sind auch einige Versuche dieser Art mit kreisförmigen Gefäßen gleicher Tiefe ausgeführt, deren theoretische Behandlung in Lambs »Hydrodynamics« gegeben ist. Dieser Abschnitt des Werkes darf deshalb auch als einer der wichtigsten angesehen werden, da er den Weg weist, schwierige hydrodynamische Probleme zu lösen, deren rein mathematische Behandlung nicht möglich ist.

Der folgende Abschnitt enthält letztere für das vorliegende Problem. Die vorliegenden Schwingungen sind die gleichen wie die Seiches in einem See, der aus zwei symmetrischen Hälften besteht von der Form der Bucht. Da jedoch die hydrodynamischen Bedingungen an der Mündung der Bucht andere sind wie in der Mitte des Sees, so ist eine Korrektion notwendig. Wie mir Herr Prof. Krümmel mitteilte, stimmt die Formel nicht mit der im Vorbericht überein; außerdem sind die Werte der Tabelle für das Verhältnis der korrigierten zur nicht verbesserten Periode ungenau. Die unkorrigierte Periode ist

$$T = \frac{4\,l}{\sqrt{gh}}$$

wo l die Länge, h die mittlere Tiefe der Bucht sind. Die verbesserte Formel lautet:

$$T_k = \frac{4\,l}{\sqrt{gh}} \left(1 + 4\,P\,\frac{b}{l}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{wo } P = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{3}{2} - \gamma - \log\frac{\pi b}{4\,l}\right).$$

$\gamma = 0{,}5772$, b die Breite der Bucht und der log der natürliche Logarithmus ist, worauf besonders hingewiesen werden muß, da die Abkürzung log in der Regel Briggs Logarithmus bedeutet. Im Vorbericht sowohl wie im Auszug im Philosophical Magazine lautet der Ausdruck für P:

$$P_1 = \frac{1}{\pi}\left(\frac{3}{2} - \gamma - \log\frac{\pi b}{4 l}\right).$$

Welcher von beiden Werten der richtige ist, ließ sich nicht feststellen, da dem Referenten die Originalabhandlungen von Lamb und Lord Rayleigh nicht zugänglich waren. Die folgende Tabelle enthält für einige Werte von b : l die entsprechenden Werte von $T : T_k$.

b : l	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$
$T : T_k$ ungenaue Werte der Hauptabhandlung	1.340	1,262	1.218	1.187	1,163	1.107	1.064
$T : T_k$ dieselben genau	1.320	1.261	1.217	1.186	1.163	1.105	1.064
$T : T_k$ für P_1	1.576	1.477	1.401	1.346	1,337	1.201	1,125

Jedenfalls zeigt diese Zahlenreihe, daß bei Buchten von gleichförmiger Breite, bei denen das Verhältnis von Breite zur Länge größer als 1 ist, die Korrektionsformel wenig sichere Ergebnisse mehr liefert. Streng genommen gilt sie nur für rechteckige Buchten von konstanter Tiefe. Für unregelmäßig gestaltete ist ebenfalls eine Korrektion mitgeteilt, und zwar ein Spezialfall der von Professor Chrystal in seiner hydrodynamischen[1]) Theorie der Seiches gegebenen. Doch ist die Darstellung nicht durchsichtig genug, als daß man imstande wäre, an ihrer Hand dieselbe benutzen zu können, trotzdem im folgenden Abschnitt Beispiele dazu mitgeteilt werden. Jedenfalls ergibt sich die Tatsache, daß eine Verschmälerung der Bucht an der Mündung die Periode verlängert, während eine solche nach dem Ende zu sie verkürzt und umgekehrt. Im ersteren Falle ist die Korrektion also positiv, im letzteren negativ und umgekehrt. Da die Mündungskorrektion stets positiv ist, so wird sie durch diese Gestaltskorrektion bei Buchten, die sich nach dem Ende zu verschmälern bzw. nach der Mündung zu sich erweitern, zum Teil oder ganz aufgehoben, so daß in solchen Fällen die einfache Formel

$$T = \frac{4 l}{\sqrt{gh}}$$

ein mit der beobachteten gut übereinstimmendes Ergebnis liefert.

Falls die Bucht durch eine sehr enge Mündung mit dem offenen Meere kommuniziert, ist statt der beiden Korrektionen eine andere anzuwenden.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{S l}{gbh}\left[1 + \frac{2b}{\pi l}\left(0{,}923 + \log\text{ nat}\frac{4L}{\pi b}\right)\right]}$$

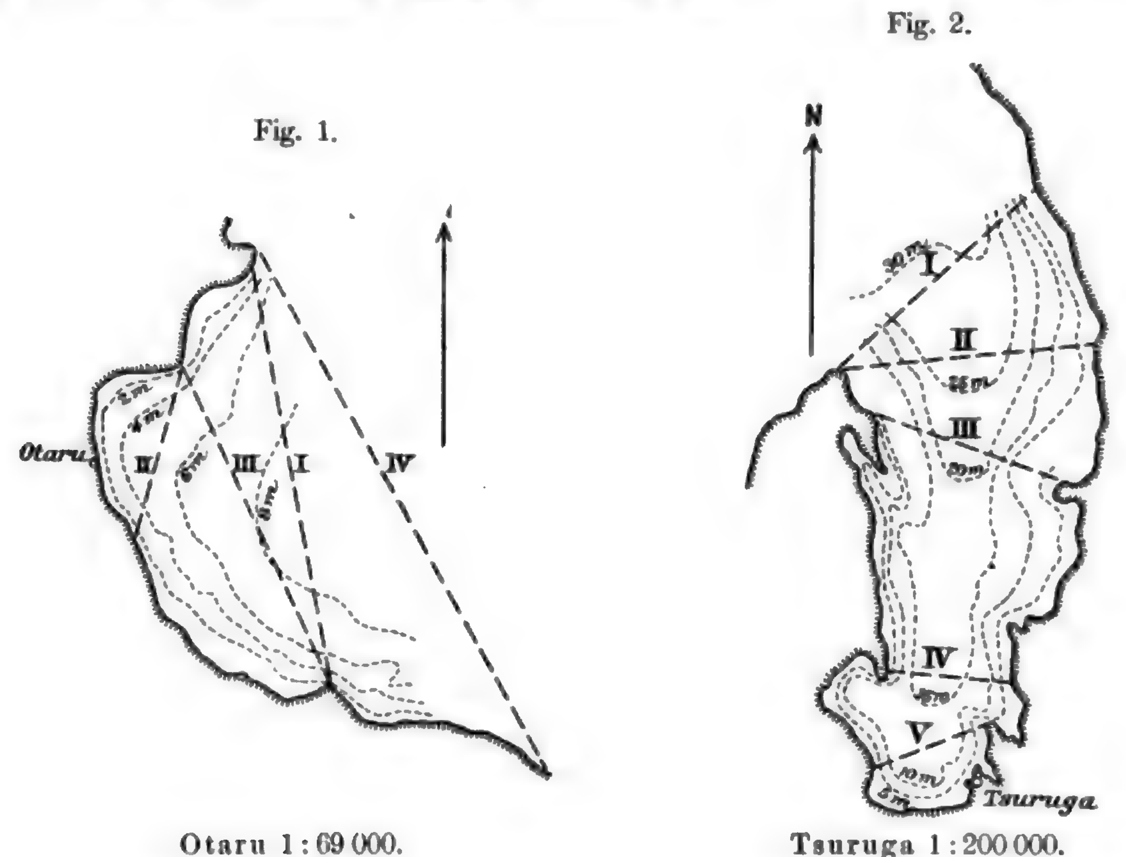
wo S den Oberflächeninhalt der Bucht und L ihre Länge in der wahrscheinlichen Richtung des Fortschreitens der Welle bedeutet.

Der folgende Abschnitt enthält eine Anwendung der einfachen Formel auf 68 Orte. Allerdings liegen bisher nur von 31 derselben Beobachtungen vor. Für die Buchten von Aomori, Ofunato, Tsuruga und Osaka sind außerdem die Korrektionen berechnet und angebracht. Die Zusammenstellung zeigt, daß in den allermeisten Fällen die einfache Formel für die Periode gut übereinstimmende Ergebnisse liefert, was nach Meinung der Verfasser seinen Grund darin hat, daß Mündungs- und Gestaltskorrektion sich nahezu aufheben. Nun sind aber, wie schon ein flüchtiger Blick auf die Kärtchen der Buchten lehrt, ihre mittleren Tiefen in den meisten Fällen viel zu groß, indem oft die größte Tiefe als solche angenommen

[1]) Trans. Roy. Soc. Edinbg. vol. XLI. 1905, pg. 599.

ist. Dadurch wird aber die Übereinstimmung der berechneten und beobachteten Perioden fast überall völlig aufgehoben. Ausgenommen sind Hakodate, Aomori, Miyako, Ofunato, Moroiso, Shimoda, Osaka und Nagasaki. Nun ließe sich in vielen Fällen die Übereinstimmung dadurch wiederherstellen, daß die Knotenlinie verlegt würde, was manchmal schon deshalb notwendig ist, weil die in die Figur eingezeichnete wenig wahrscheinlich ist, besonders wenn man die weitere Umgebung der Bucht berücksichtigt. Dazu kommt, daß fast ausschließlich nur eine Knotenlinie angenommen ist, während doch alle Buchten drei und mehr, zum Teil verschiedene sekundäre Wellen aufweisen. Es wäre deshalb meines Erachtens eine Hauptaufgabe gewesen, nachzuweisen, ob die verschiedenen Perioden von stehenden Wellen derselben Bucht herrühren, und wo in jedem Falle die vermutliche Knotenlinie sich befindet. Hier hätten neben den Wellen mit sehr großen Perioden auch die mit sehr kurzen besondere Berücksichtigung finden müssen, denn die von mittlerer Dauer, 10 Minuten bis 1 Stunde, lassen sich in der Regel leicht aus Schwingungen der ganzen Bucht oder von deren Teilen erklären, z. B. Otaru und Tsuruga, siehe Figur 1 und 2. Die mit I bezeichneten Knoten sind die des japanischen Werkes. Tsuruga ist gewählt, weil es dort ausführlich behandelt ist unter Berücksichtigung der Mündungs- und Gestaltskorrektion. Der Korrektionsfaktor für Otaru beträgt etwa $1^1/_4$; für Tsuruga heben sich die Korrektionen dagegen nahezu auf.

Fig. 1. Fig. 2.



Otaru 1:69 000. Tsuruga 1:200 000.

Nr. des Knotens	I l	I h	I T	II l	II h	II T	III l	III h	III T	IV l	IV h	IV T	V l	V h	V T
Otaru	2.4 km	6 m	20.9′ [24.3′]	0.9 km	3.5 m	10.2′	$1\frac{1}{4}$ km	5 m	11.8′ [13.8′–16.5′]	3.6 km	7 m	28.9′ [36.1′]	große Bucht oder ein Teil davon		[45′]
Tsuruga	15.1 km	16 m	80.4′	12 km	15 m	65.9′ [62.7′–67.7′]	10 km	14 m	56.9′ [56.7′]	3.6 km	11 m	23.1′ [22.6′]	1.6 km	9 m	11.4′ [10.5′]

□ = Beobachtete Perioden.

Die berichtigten Werte für Otaru sind also I 26.1′, II 12.8′, III 14.8′, IV 36.1′.

Digitized by Google

Die Wellen langer Periode werden sich übrigens auch als Resonanzerscheinung erklären lassen, wogegen bei denen von sehr kurzer Periode zu untersuchen sein wird, ob Vibrationen vorliegen oder Wellen in der Scheidefläche zweier Wasserschichten von verschiedener Dichte. Da es den Anschein hat, als ob diese japanischen Untersuchungen fortgesetzt werden, so steht zu hoffen, daß das Material nach dieser Richtung noch einmal untersucht wird. Dann wird sich vielleicht auch die Frage beantworten lassen, welche Knotenlinie im allgemeinen die hauptsächlichste ist. Wenn auch die einfache Formel besonders bei trichterförmigen Buchten schon gute Näherungswerte liefern wird, so wird es sich doch empfehlen, sich noch mehr als bisher die neuesten Ergebnisse der Seichesforschung zunutze zu machen.

Von besonderem Interesse sind die beiden letzten Paragraphen. Der 7. behandelt das Verhältnis zwischen den Beben- und Zyklonwellen und den sekundären Wellen. Schon Omori hat nachgewiesen, daß erstere die gleiche Periode haben für dieselbe Bucht wie letztere. Die stehenden Wellen einer Bucht sind also für sie spezifisch. Wirkt also irgend ein Impuls auf das Wasser einer Bucht, so wird sie stets in gleicher Weise in Schwingungen versetzt. Die Wirkung, gemessen an der Amplitude, wird um so größer sein, je stärker der Impuls ist und je näher seine Periode der aus den Dimensionen der Bucht sich ergebenden, stehenden Welle kommt. Doch gilt dies nicht für Wellen von beträchtlicher Amplitude, die in nächster Nähe der Bucht erzeugt sind, und die als fortschreitende Wellen in die Buchten eindringen und meist furchtbare Verheerungen anrichten wie z. B. die Sanrikuwelle von 1896. Eingehend besprochen werden die Anseiwelle 1854, die südamerikanischen von Ariqua 1868, Iquique 1877, Ecuador und Valparaiso 1906, die Krakatauwelle 1883, deren Periode von zwei Stunden in Batavia ihren Ursprung in einer stehenden Schwingung der Sundastraße hat, mit den Knoten an den Enden, während die in indischen Häfen beobachtete Periode von etwa einer Stunde von einer gleichzeitigen binodolen Querschwingung der Straße herrühren kann.

Die die Zyklone erzeugenden Schwankungen des Meeresspiegels in den Buchten sind dreierlei Art. Es gibt ganz kurze Wellen, die Vibrationen, lange Wellen und anormale Hebungen des Wasserspiegels. Von den ersteren wird vermutet, daß sie gleichen Ursprungs mit den Windwellen sind. Diese oft sehr heftigen, in Japan Gekiro genannten Schwankungen des Meeresspiegels haben allerdings eine Periode von mehreren Minuten und sind auch in anderen Buchten beobachtet. Die langen Wellen entsprechen den sekundären Schwankungen an gewöhnlichen Tagen, übertreffen diese aber bedeutend an Höhe. Die Periode der Hauptschwingung ist jedoch in verschiedenen Fällen verschieden. Oft spricht die als Resonator gedachte Bucht auf ihren Grundton, oft auf die höheren harmonischen am stärksten an. Maßgebend scheinen Ausdehnung, Geschwindigkeit und Abstand des Zyklons zu sein. An den Küsten des Japanischen Meeres sind dagegen diese Wellen in manchen Fällen für verschiedene Buchten die gleichen. Oft sind längere Reihen solcher Wellen in ganz verschiedenen Buchten ähnlich in der Gestalt. Dann pflegen die Hauptwellenlängen abhängig zu sein von den Dimensionen des Zyklons. Nicht selten werden solche starken sekundären Wellen auch bei ruhigem Wetter beobachtet, wie z. B. der Abiki in Nagasaki. Die Ursache dürfte in Schwankungen des Luftdrucks zu suchen sein. Eine Liste von 35 bemerkenswerten Wellen aus den letzten 1725 Jahren beschließt den Abschnitt. 14 Tafeln mit zahlreichen Monogrammen von Beben- und Zyklonwellen und 18 Wetterkärtchen bilden eine wertvolle Beigabe dazu.

Der letzte Abschnitt bietet einen Ausblick auf den Wert solcher Untersuchungen für die Erklärung der Gezeitenerscheinungen in Meeresbecken, die als Buchten der Weltmeere aufgefaßt werden können. Sowie Ferrel 1874 die Seichestheorie zur Erklärung der Gezeiten der Weltmeere heranzuziehen versuchte, wird hier ein gleiches für verschiedene buchtartige Meeresgebiete unternommen, nachdem Darwin und Harris Anregungen dazu gegeben haben.[1]) Da die Größe der Buchten nach den vorliegenden Untersuchungen für die Entstehung

[1]) Darwin: Ebbe und Flut usw. Übersetzung von A. Pockel. S. 168.
Harris: Manual of Tides IV A und B.

Digitized by Google

und Größe der sekundären Schwankungen ohne Belang ist, so müssen auch größere Gebiete auf die Gezeitenwelle z. B., wie Resonatoren ansprechen und die Teiltide verstärken, deren Periode der der Bucht am nächsten kommt. Hierfür werden fünf Beispiele beigebracht:

	Länge l km	Tiefe h m	Stunden und Zehntel Berechnete Periode	Stunden und Zehntel Beobachtete Periode	Teiltide
Fundy Bay	460	141	11.6—13	12.42	M_2
Busen von Bengalen . . .	1500	1950	12.00	12.00	S_2
Madurastraße	160	30	8.8	oder 8.4 8.2	2 M K M K
P. Adalaide	140	21.5	10.8	10.9	Eigenschwingung
P. Phillip	200	18.4	8.39	8.3	Seiche

Bedenkt man, daß in der Fundy Bay, St. Malo Golf, Busen von Bengalen z. B. nur die Halbtagstiden, deren Periode etwa 12 Stunden beträgt, an der Steigerung der Amplitude nach dem Innern der Bucht zu teilnehmen, während die Ganztagstiden durchweg unverändert bleiben, so gewinnt die vorliegende Erklärung sehr an Wahrscheinlichkeit. Doch ist es zuviel verlangt, wenn sie für alles aufkommen soll. Verengerung und Seichtwerden sowie Interferenz zweier Systeme von Wellen spielen häufig die Hauptrolle, z. B. im Golf von Martaban. Anderseits ist in manchen Fällen doch die Verstärkung der fortschreitenden Gezeitenwelle durch Resonanz zu erklären, wo der theoretische Wert nicht recht paßt wie im Golf von St. Malo, wo letzterer sieben Stunden ist. Ähnlich liegen die Verhältnisse für andere Gebiete wie das Adriatische Meer, Bristolkanal, Hudsonstraße, Mozambiquekanal, Bristol Bay Alaska u. a. Doch lassen sich durch Berücksichtigung der Korrektionen und Verlegung der Knotenlinien erheblich günstigere Übereinstimmungen zwischen berechneten und beobachteten Werten erzielen, z. B. Golf von St. Malo unter Anbringung der Mündungskorrektion und Verschiebung des Knotens 11 Stunden statt 7. Hätte man die Gezeiten des Golfes von Mexiko entsprechend zu erklären versucht, so hätte man unter Anbringung der Mündungskorrektion ein brauchbareres Resultat erhalten als Endrös, der eine Seiche des Amerikanischen Mittelmeeres zur Erklärung der Eintagsfluten dieses Gebietes zu Hilfe nimmt. Ein roher Überschlag ergibt für $l = 1650$ km von Cuba nach Vera Cruz und $h = 875$ m mittlerer Tiefe, $T = 19.8$ Stunden, Korrektionsfaktor wegen der Mündung $1^1/_4$, also $T = 24.8$ Stunden dem Mittel aus der K_1 und O_1 Tidenperiode.

Trotz mancher ungelöster Fragen, trotz der Ungenauigkeiten und anderen Mängel, die im vorstehenden erwähnt sind, bleibt das Werk als Ganzes doch eine hervorragende Leistung und einer der bedeutsamsten Beiträge für die Erforschung der sekundären Schwankungen des Meeresspiegels.

Rolf Witting: Beiträge zur Hydrographie des Bottnischen Meerbusens.[1]

Von Dr. W. Brennecke.

Der vorliegende erste Teil der Untersuchungen Wittings über den Bottnischen Meerbusen beabsichtigt die Grundlagen für die im zweiten Teil erfolgenden Studien über die Wasserbewegungen und die Wasserumsetzung in den Finnland umgebenden Meeren zu schaffen. Der Einfluß der einzelnen hierbei in Betracht kommenden Faktoren wird quantitativ festzustellen versucht; ausgehend von der

[1] Untersuchungen zur Kenntnis der Wasserbewegungen und der Wasserumsetzung in den Finnland umgebenden Meeren, I von Rolf Witting. Der Bottnische Meerbusen in den Jahren 1904 und 1905. Erster Teil: Geographische Zahlenwerte. Beobachtungsmaterial, Strommessung, Flaschenposten. Windverhältnisse, Eisverhältnisse, Süßwasserzufuhr. Mittelwasser, Gezeiten, Bewegungen der Wasseroberfläche, deren Ursachen. Finnländische Hydrographisch-Biologische Untersuchungen Nr. 2. X u. 246 S. Mit 18 Tafeln und 27 Textfig. Helsingfors 1908.

Genauigkeit des Beobachtungsmaterials, wird dieses in eine für die Untersuchungen brauchbare Form gebracht, und seine Eigenheiten werden diskutiert. Im allgemeinen beschränkt sich Witting auf die Jahre 1904 und 1905 sowie auf das Gebiet des Bottnischen Meerbusens, geht jedoch zuweilen auch auf längere Reihen und auf die angrenzenden Gebiete über.

Der Verfasser hat eine erstaunliche Literatur zu diesen Untersuchungen herangezogen und mit großer Sorgfalt aus dem oft heterogenen Material exakte Werte zu gewinnen versucht, hierbei häufig mit vielem Arbeitsaufwand die verschiedensten Wege einschlagend und mehrere Methoden versuchend, um zu sicheren Ergebnissen zu kommen. Vorarbeiten für das zu untersuchende Gebiet lagen nur selten vor. Die Ergebnisse sind meist graphisch dargestellt; der Umfang der Tafeln hat leider zuweilen einen zu kleinen Maßstab veranlaßt, so daß eine Orientierung erschwert ist; namentlich die Ermittlung einzelner Stationen ist häufig schwierig, jedoch ist die Verkleinerung wohl auf die zur Veröffentlichung zur Verfügung stehenden Mittel zurückzuführen.

Auf die Darlegung der einzelnen Untersuchungsmethoden habe ich weniger eingehen können und muß in dieser Beziehung auf die betreffenden Kapitel des Werkes selbst verweisen; einige Methoden werden mit vielem Nutzen auch zu späteren Untersuchungen angewandt werden können. Aus der Fülle des Gebotenen wurden die Hauptpunkte der Arbeit kurz wiederzugeben versucht.

I. Die Größen- und Tiefenverhältnisse.

Über die Größen- und Tiefenverhältnisse des Bottnischen Meerbusens hat Witting schon in dieser Zeitschrift[1]) eine allgemeine Übersicht gegeben, welcher auch eine Tiefenkarte beigefügt ist, so daß hierauf verwiesen werden kann.

Neu berechnet worden sind die Werte für die mittlere Tiefe, das Areal und Volumen der einzelnen Gebiete des Bottnischen Busens nach der von Peschel, Krümmel u. a. schon angewandten »Feldermethode«.[2]) Hierzu wurden die deutschen Admiralitätskarten Nr. 80 und 81 benutzt, welche in Felder von $^1/_8{}^\circ$ in der Breite und $^1/_4{}^\circ$ in der Länge zerlegt wurden; auf Grund der Lotungen und des Verlaufs der Isobathen wurde alsdann die Mitteltiefe der einzelnen Felder geschätzt und Areal und Volumen berechnet. Die erhaltenen Werte sind folgende:

	Areal in qkm	Volumen in ckm	Mitteltiefe in m
Die Bottenwiek	37 000	1 540	41.6
Die Bottensee	66 600	4 595	69.0
Der Bottnische Meerbusen . .	103 600	6 135	59.2
Das Schärenmeer	8 300	193	23
Das Ålandsmeer I	3 650	307	84.2
Das Ålandsmeer II	1 580	98	61.2
Das ganze Gebiet . .	117 130	6 733	57.5

Die südliche Abgrenzung verläuft über Hangö—Utö—Föglöudd nach Röderskären—Rådmansö, also etwa auf 59° 45′ N-Br., wegen der Abgrenzungen der Einzelgebiete sei auf den Text selbst verwiesen. Zum Vergleich der neuen Werte führe ich die früher von Krümmel erhaltenen Werte für den Bottnischen Busen nördlich einer Linie von 59° 50′ an: Areal 113486 qkm, Volumen 6327 ckm und mittlere Tiefe 55 m.[3]) Da die Abgrenzung nicht ganz gleich gewählt worden ist — das von Witting berücksichtigte Gebiet ist etwas größer — so ist die Übereinstimmung recht gut. Außerdem sind von Witting auch die Areale der von den einzelnen Isobathen umschlossenen Flächen und die Volumina der zwischen diesen liegenden Lamellen berechnet worden; die Hauptwerte der Tiefenstufenareale in qkm sind folgende:

[1]) Ann. d. Hydr. 1906 S. 392.
[2]) Siehe Krümmel: Handbuch der Ozeanographie Bd. I. 2. Aufl. S. 140.
[3]) Versuch einer vergleichenden Morphologie der Meeresräume. Leipzig 1879.

Digitized by Google

Gebiet	Oberfl.	10 m	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m	150 m	200 m
Bottenwiek . . .	36 750	29 750	23 450	14 550	10 950	6 050	1 090	—	—
Bottensee	66 750	61 850	57 250	48 900	37 250	25 250	13 450	2 570	335
Ålandsmeer . . .	5 700	4 900	4 200	3 150	2 600	1 950	1 550	750	250

Um einen besseren Einblick in den Anteil der verschiedenen Tiefenstufen an dem Gesamtareal zu gewinnen, habe ich die Differenzen zwischen den einzelnen Tiefenstufenarealen gebildet. Es ergeben sich dann die Teilareale der Stufen (in qkm):

Gebiet	0—10 m	10—20 m	20—40 m	40—60 m	60—80 m	80—100 m	100—150 m	150—200 m	200—300 m
Bottenwiek	7 000	6 300	8 900	3 600	4 900	4 960	1 090	—	—
Bottensee	4 900	4 600	8 350	11 650	12 000	11 800	10 880	2 235	335
Ålandsmeer	800	700	1 050	550	650	400	800	500	250

Im Anschluß an die Arealberechnungen hat Witting die Gebiete ausgemessen, deren Niederschlag in den Bottnischen Meerbusen abfließt. Das Speisungsgebiet für den Bottenwiek umfaßt 263 800, für den Bottensee 216 100, für das Schärenmeer 7400, schließlich für das Ålandsmeer 25 000 qkm.

II. Die Strommessungen.

An der Aufgabe, exakte Strommessungen in den verschiedenen Tiefenschichten des Meeres auszuführen, ohne zu große Mittel und zu große Zeit zu beanspruchen, arbeitet die Ozeanographie seit geraumer Zeit, jedoch ist eine ganz einwandfreie, einfache, auf großen Tiefen und auch bei schlechten Witterungsverhältnissen auszuführende Methode der Tiefen-Strommessung bis heute noch nicht erreicht worden. In den relativ flachen nordatlantischen Nebenmeeren, welche das Hauptarbeitsgebiet der internationalen Meeresforschung bilden und das Schiff zu verankern gestatten, sind heute Methoden exakter Strommessung gefunden worden, jedoch ist auch bei diesen Methoden meist oder fast allgemein der Übelstand vorhanden, daß sie zeitraubend und nicht bei jedem Wetter auszuführen sind.[1]) Witting geht sehr ausführlich auf alle technischen und methodischen Fragen ein; einiges aus seinen Arbeiten hierüber sei kurz angeführt.

An brauchbaren Apparaten zur Strommessung sind neben den älteren Instrumenten von Aimé und Arwidson neuere von Pettersson mit bifilarer Aufhängung, von Nansen mit Pendelablenkung und von Ekman mit Flügel und Kompaß vorhanden; letzterer scheint sich am meisten einzubürgern, verlangt aber auch sehr sorgfältige Behandlung. Von Witting selbst sind zwei Strommesser konstruiert worden, bei welchen sich der Apparat in der Mitte eines bifilar aufgehängten 3 m langen Rahmens befindet. Bei der zuerst ausgeführten Konstruktion wurde die Auslösung des Strommessers durch ein erstes und die Arretierung durch ein zweites größeres Fallgewicht verursacht (ähnlich wie beim Ekmanschen Strommesser); bei der zweiten Konstruktion wird, nachdem die verlangte Tiefe erreicht ist, ein elektrischer Stromkreis geschlossen, worauf Richtung und Geschwindigkeit der Tiefenströmung an Bord registriert werden.

Wittings Gedanke, fortlaufende Angaben über Stromrichtung und Geschwindigkeit der betreffenden Strömung vermittels elektrischer Registrierung zu erhalten, ist sicher ein Fortschritt, aber die bifilare Aufhängung (Rahmen

[1]) Eine Reihe von Abhandlungen findet sich in den Publications de circonstance. Nr. 24 (1905): V. Ekman, Kurze Beschreibung eines Propell-Strommessers. Nr. 25 (1905): O. Pettersson, Beschreibung des Bifilar-Strommessers. Nr. 26 (1905): van Rosendaal und Wind, Prüfung von Strommessern und Strommessungsversuche in der Nordsee. Nr. 30 (1905): Rolf Witting, Kurze Beschreibung eines elektrisch registrierenden Strommessers. Nr. 31 (1905): Derselbe, Etliches über Strommessung. Nr. 34 (1906): F. Nansen, Methods for Measuring direction and velocity of currents in the Sea. With an appendix by V. Ekman. Nr. 36 (1907): Dalhuisen und Ringer, Fortgesetzte Strommessungsversuche in der Nordsee.

von 3 m Länge) und das 9 mm starke Kabel sowie wohl ziemlich erhebliche Kosten dürften einer allgemeinen Verwendung und einem Gebrauch auf größeren Tiefen wahrscheinlich hinderlich sein.[1])

Nachdem Witting ausführlich die Konstantenbestimmungen der Apparate diskutiert hat, bei welchen eine Genauigkeit der Strommessung von 1 cm p. Sek. angestrebt wurde, geht er auf die Ausführung der Strommessungen spezieller ein. Die Hauptschwierigkeit, auch bei relativ flachen Meeren, bietet die Aufgabe, einen festen Punkt zu schaffen, auf den die Strommessungen bezogen werden können oder, anders ausgedrückt, die Eigenbewegungen des verankerten Schiffes, welche die Ergebnisse der Strommessungen fälschen, auszuschalten. Die Eigenbewegungen werden ganz ausgeschaltet bei dem Verfahren Nansens, einen Strommesser auf den Meeresboden in einem Dreifuß aufzustellen, doch erhält man einerseits nur die Strömung in der Nähe des Bodens, andererseits ist auch diese Methode bei größerer Tiefe nicht anwendbar. Die Versuche, das Schiff selbst mit zwei Bugankern oder vorn und achtern zu verankern, haben ebenfalls keine befriedigenden Resultate ergeben, da die Anker leicht zu dreggen anfingen; auch ist dies nur bei geringen Tiefen möglich. Bessere Ergebnisse sind mit einem vorn und achtern stramm zwischen zwei Bootsankern liegenden Boot gemacht worden, selbst bei größeren Tiefen bis 500 m;[2]) die Ausbringung eines Bootes bei häufig zu wiederholenden Messungen wie bei den Terminfahrten ist jedoch ziemlich umständlich und die Ausführung der Messungen nur bei leidlichem Wetter möglich. Immerhin erscheint diese Methode doch die einfachste, denn die Methoden Wittings (und anderer) mit Zuhilfenahme von Bojen entweder die Bewegung des Schiffes auszuschalten oder die Bewegungen des Schiffes rechnerisch zu ermitteln, sind ebenfalls zeitraubend oder bedingen erhebliche Korrektionsrechnungen.

Das bei den finnländischen hydrographischen Untersuchungen angewandte Verfahren zu Strommessungen war einerseits durch die Natur des Meeres, andererseits durch die verfügbare Zeit zu den Messungen bedingt. Da der Bottnische Meerbusen keine Gezeitenströme von Bedeutung aufweist, so wurde auf fortlaufende Strommessungen während längerer Zeiträume verzichtet, und die Strommessungen wurden den internationalen Terminfahrten angeschlossen. Zuerst wurde beabsichtigt, eine Basis bei einfach verankertem Schiff durch zwei in einem bestimmten Abstande voneinander verankerte Bojen zu schaffen und durch Peilen der Basis die Eigenbewegungen des Schiffes zu bestimmen, jedoch erlaubte die bei den zahlreichen zu besuchenden Stationen und geringen Arbeitskräften zur Verfügung stehende Zeit dies Verfahren nicht. Es ist jedoch später zu Kontrollbestimmungen der Schiffsbewegungen angewandt worden.

Man half sich daher auf folgende Weise: Das Schiff wurde mit einem 150 kg schweren Anker (Grytankare genannt) an einem 15.4 mm starken Drahtseil verankert; an dem Anker war außerdem eine 4 mm starke Leine befestigt, an welche in einem der Wassertiefe entsprechenden Abstande vom Anker eine Boje angebracht wurde. Von der Boje lief eine dünnere Leine zu einem an Bord befindlichen Meterrad, mittels welcher die Entfernungen zwischen Schiff und Boje festgestellt wurden. Die Boje, welche keinen nennenswerten horizontalen Bewegungen unterworfen ist, wurde nun bei Beginn und Ende jeder Messung vom Schiff aus gepeilt und aus den Entfernungen von der Boje und der Lage des Schiffes zur Boje die Eigenbewegungen des Schiffes ermittelt. Da die trigonometrische Berechnung zu umständlich und langwierig sich gestaltete, wurde von Witting ein graphisches Verfahren hierzu angewandt. Diese Methode zur Bestimmung der Schiffsbewegungen wurde später durch die gleichzeitig angewandte, oben erwähnte Basismethode kontrolliert. Auf Grund eingehender Diskussion der Fehlerquellen und vergleichender Messungen kommt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß die von ihm mitgeteilten Strommessungen im allgemeinen auf 15° und etwa 1 cm p. Sek. genau angesehen werden können. Die zahl-

[1]) Vgl. auch F. Nansen in »Publ. de circonst.« Nr. 34, S. 7.

[2]) Siehe hierüber B. Helland-Hansen in Bergens Museums Aarbog 1907, Nr. 15: Current Measurements in Norwegian Fjords, the Norwegian Sea and the North Sea in 1906.

Digitized by Google

reichen mitgeteilten Strommessungen, welche sich meist auf Tiefen bis zu 100 m erstrecken, zeigen, daß sowohl Stromrichtung wie Stromstärke in den einzelnen Tiefen oft sprunghaft wechseln. Eine Diskussion der Beobachtungsergebnisse erfolgt erst in einem später erscheinenden zweiten Teil der Veröffentlichung.

Die Ergebnisse der Oberflächen-Strommessungen auf finnischen und schwedischen Feuerschiffen für die Jahre 1904 und 1905 werden graphisch mitgeteilt zusammen mit Luftdruckdifferenzen, Wasserstandsbeobachtungen und Windbeobachtungen. Eingehend diskutiert wird der Wert von Flaschenposten, welche sowohl von den Feuerschiffen wie von den Stationen der Terminfahrten ausgesetzt wurden; von 399 wurden 147 oder 37 % wiedergefunden. Die ausgesetzten Flaschen waren teils unbelastet, teils mit Sand beschwert, teils waren an ihnen Senkkörper an 2 oder 5 m langer Leine oder Messingkette befestigt, um die Einwirkung des Windes auszuschalten. Die Wege der ausgeworfenen Flaschen sind für die Monate Mai, August und November der beiden Jahre in Karten niedergelegt; außerdem sind die Minimalgeschwindigkeiten der Flaschen berechnet. Aus direkten Beobachtungen beladener und unbeladener Flaschen kommt Witting zu dem Schluß, daß unter der Annahme einer mittleren Geschwindigkeit des Stromes von 15 bis 20 cm p. Sek. und des Windes von 5 m p. Sek. der Strom in ungefähr dreimal höherem Grade als der Wind den Weg einer unbeladenen Flasche bestimmt. Aus der Gesamtheit der Beobachtungen aus Flaschenposten ergibt sich für die Brauchbarkeit dieser Methode zum Studium der Stromverhältnisse im Bottnischen Meerbusen, daß die Flaschenposten völlig verwendbar sind. Die Wirkung des Windes kann bei unbeladenen Flaschen bemerkbar sein, aber die Wirkung des Stromes herrsche vor; bei beladenen oder mit Korb versehenen Flaschen dürfte die Wirkung des Windes unter Berücksichtigung der erreichten Genauigkeit außer acht gelassen werden.

III. Die Windverhältnisse.

Für die später erfolgen sollende Diskussion der Bewegungsvorgänge war es notwendig, einen Überblick über die in den Jahren 1904 und 1905 im Gebiet des Bottnischen Meerbusens herrschenden Winde zu gewinnen. Es wurden hierzu die dreimal täglich gemachten Beobachtungen der Stationen an der schwedischen und finnischen Küste sowie einiger Inselstationen aus den Schärengebieten herangezogen. Das zur Verfügung stehende Material ist sehr heterogen, die Geschwindigkeit wird teils nach der Beaufort-Skala geschätzt, teils in m p. Sek. mit Anemometern oder mit der Wildschen Windfahne bestimmt.

Die Bearbeitung ist für die einzelnen Stationen graphisch ausgeführt worden, indem aus den Windwegen der einzelnen Tage die Resultanten für die Dekaden, Monate, Vierteljahre und ganzen Jahre abgeleitet wurden. Diese Jahres-, Monats- usw. Resultanten sind in kleinen Kärtchen für die einzelnen Stationen für die Jahre 1904 und 1905 eingezeichnet. Von den Ergebnissen, die diese Methode liefert, seien einzelne kurz angeführt.

Bei den Jahresresultanten finden wir an der schwedischen Küste einen Windweg mit westlicher und nördlicher, an der finnischen mit westlicher und südlicher Komponente; lassen wir die Westkomponente, welche die vorherrschende Bewegung über diesem Gebiet bildet, außer Acht, so erhalten wir eine nordsüdliche Bewegung längs der schwedischen und eine südnördliche längs der finnischen Küste. Bei den Vierteljahrsresultanten herrscht auch die westöstliche Richtung vor, auch schmiegen sie sich wie die Jahresresultanten großenteils dem Verlauf der Küste an, sind jedoch je nach der Jahreszeit mehr nach außen oder innen gerichtet. Die Monatsresultanten der verschiedenen Stationen zeigen im allgemeinen große Übereinstimmung, so finden wir im März fast über dem ganzen Gebiet Südostwinde bei nordsüdlicher Richtung der Isobaren, während im Mai und Juni die über dem südlichen Finnland lagernde Depression vorwiegend nordwestliche Winde bedingt. Berechnet man das Verhältnis zwischen der Länge der Resultante und dem wahren Windweg in Prozenten, so ergibt sich, daß dieses mehr wie 50 Prozent in den drei ersten Monaten des Jahres beträgt, während der Sommer und die übrigen Jahreszeiten erheblich weniger aufweisen.

Digitized by Google

Bei der Diskussion des jährlichen Ganges der mittleren Windstärke der einzelnen Stationen, deren Angaben nicht untereinander, wohl aber in sich vergleichbar sind, ergibt sich ein Maximum der Windgeschwindigkeit im Winter auf den Leuchtturmstationen, welche als Luv-Küstenstationen zu betrachten sind, während auf den kontinentaler gelegenen Stationen der höchste Monatswert in den Monaten Mai bis Juli eintritt.

Die Land- und Seewinde an der deutschen Ostseeküste hat kürzlich M. Kaiser näher untersucht,[1]) indem er dazu die stündlichen Werte der deutschen Küstenstationen benutzte. Für das Gebiet des Bottnischen Meerbusens standen Witting nur drei Terminbeobachtungen täglich an den regelmäßig beobachtenden Stationen zur Verfügung, so daß eine Untersuchung, welche die Resultanten für die einzelnen Termine von der mittleren Luftbewegung befreit, nicht auszuführen war. Aus den Terminbeobachtungen für 7 a und 2 p (die Abendbeobachtung eignet sich nicht für die Untersuchung, da an diesem Termin die Erscheinung weniger ausgeprägt ist) schält Witting die morgens und mittags bevorzugten Windrichtungen durch Rechnung heraus an der Hand der beobachteten Häufigkeitszahlen; die zu den beiden Terminen vorherrschenden Windrichtungen sind in kleinen Karten für die einzelnen Stationen wiedergegeben. Der Verfasser kommt zu folgenden Schlüssen: Die Land- und Seewinde sind bei einer Betrachtung der Durchschnittsverhältnisse längs der ganzen Küste des Bottnischen Meerbusens deutlich ausgeprägt. An der finnischen Küste steht der Wind ziemlich senkrecht zur Küste, und eine geringe Drehung nach rechts ist überall bemerkbar, an der schwedischen Küste ist die Drehung nach rechts größer. Das Phänomen zeigt sich auch deutlich auf den im Meere gelegenen Leuchttürmen und Feuerschiffen, jedoch nehmen die Häufigkeitsdifferenzen mit wachsendem Abstande von der Küste deutlich ab. Die Schätzung der Ausbreitung des Land- und Seewindes gestattet den Schluß, daß die Erscheinung sich im günstigsten Fall bis auf 70 km (!) Entfernung von der Küste ausdehnen kann, während Kaiser in seiner Untersuchung des Phänomens an der deutschen Küste den Ursprungsort des Seewindes nur in 4 bis 5 km Entfernung von der Küste feststellt; auch andere Angaben in der Literatur verzeichnen nur Entfernungen von 30 bis 40 km.

IV. Die Süßwasserzufuhr.

Nach einer kurzen Schilderung der Eisverhältnisse des Bottnischen Meerbusens in den Wintern 1903/04 und 1904/05, welcher die Angaben der Leuchtturmsjournale und der in dieser Zeitschrift veröffentlichten Untersuchungen von Reinicke[2]) zugrunde gelegt werden, wird eingehend Niederschlag, Abfluß und Verdunstung in den Speisungsgebieten der Bottensee und Bottenwiek für die beiden Jahre 1904 und 1905 erörtert. Witting steht hier (wie auch häufig bei anderen Untersuchungen) vor ziemlich großen Schwierigkeiten, da es zum Teil an systematischen klimatischen oder wasserwirtschaftlichen Vorarbeiten in dem betreffenden Gebiet fehlt und zuweilen auch das Beobachtungsmaterial nicht genügend ist. Dieses prägt sich namentlich in dem Abschnitt »Die Süßwasserzufuhr« aus. So sind die Niederschlagsbeobachtungen keineswegs homogen, sondern enthalten systematische Fehler, indem die gemessenen Mengen häufig viel zu niedrig sind. Es ist dies namentlich auf Leuchtturmstationen, wo der Regenmesser zu wenig geschützt steht, der Fall; auch fällt ein bedeutender Teil des Niederschlags in Schneeform, was gleichfalls auf die Messungen ungünstig einwirkt. Bei der Berechnung des Abflusses der einzelnen Gebiete aus Wasserstandsbeobachtungen und den zugehörigen Wassermengenmessungen ist der Verfasser für einzelne Gebiete auf Schätzungen angewiesen, auch ist die Beeisung der Flüsse von schwer zu berechnendem Einfluß auf die Abflußvorgänge.

Witting versucht alle diese Schwierigkeiten zu überwinden, er kommt zu folgenden Abflußmengen in 10^{-2} ckm (abgerundet):

[1]) Vgl. Ann. d. Hydr. usw., 1907, S. 113ff u. 149ff.
[2]) Vgl. Ann. d. Hydr. usw., 1905, S. 385.

Digitized by Google

1904	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahr
Bottensee	350	250	250	750	1650	1250	900	700	450	400	350	300	7 650
Bottenwick	350	250	200	900	2450	1750	1000	1050	850	700	550	450	10 550
Bottn. Meerbusen	700	500	450	1650	4150	3000	1900	1700	1300	1150	950	750	18 200
1905													
Bottensee	300	250	300	600	1700	1100	850	1100	850	800	650	600	9 050
Bottenwick	300	250	200	900	3200	1250	950	1050	1200	650	600	450	11 000
Bottn. Meerbusen	650	500	500	1500	4850	2350	1800	2100	2050	1450	1250	1050	20 050

Ich habe hier nur die letzten Ergebnisse angeführt, wie und mit welchem Arbeitsaufwand sie gewonnen sind, kann nur ein Einblick in die Untersuchung selbst lehren; wenn die Mengen aus oben angeführten Gründen in einzelnen Fällen nicht ganz exakt sind, so ist dabei zu berücksichtigen, daß sie dem Verfasser nur zu einer quantitativen Beurteilung der primären Ursache der Wasserbewegungen des Bottnischen Meerbusens dienen sollen.

Von großem Interesse sind die Berechnungen Wittings, um einen Einblick in die Süßwasserzufuhr über der Oberfläche des Bottnischen Meerbusens selbst zu gewinnen, also die Bilanz zwischen dem auf die Meeresoberfläche fallenden Niederschlag und ihrer Verdunstung zu ziehen. Der Niederschlag wird nach den Messungen der Küstenstationen und Feuertürme ermittelt; er ist hiernach auf dem Meer fast durchgehends geringer wie auf dem Land, was zum Teil wohl dem Umstand zugeschrieben werden kann, daß das vom Meer verdunstete Wasser mit den Seewinden landeinwärts geführt wird.

Sehr schwierig ist es, einen Überblick über die Größe der Verdunstung und ihren jährlichen Gang zu gewinnen. Witting bedient sich der Daltonschen Formel $V = k\,(1 + \alpha t)\sqrt{w}\,(e_0 - e)$, wo V die Wassermenge, die in der Zeiteinheit verdampft, e_0 den Dampfdruck für die Temperatur, welche die verdampfende Flüssigkeit besitzt, e den Dampfdruck in der Atmosphäre, w die Windgeschwindigkeit, t die Lufttemperatur, $\alpha = {}^1/_{273}$ und k eine Konstante bedeutet. Da der Salzgehalt der untersuchten Fläche im Maximum nur 6 ‰ beträgt, so kann die Verminderung der Verdunstung durch diesen Faktor vernachlässigt werden. Die einzelnen Glieder der Formel können aus Beobachtungen als Monatsmittel mit ziemlicher Genauigkeit berechnet werden, während zu der Ermittlung der Größe der Konstanten k die Unterlagen fehlen. Aus den vergleichenden Verdunstungsmessungen, welche 1880 bis 1882 von Mai bis September in Pawlowsk einerseits durch direkte Messung vermittels eines in einen Teich eingesenkten Verdunstungsmessers andererseits mittels Atmometer gewonnen sind, berechnet Witting die Konstanten für die Gleichungen (a) $V = \beta\,(e_0 - e)$ und (b) $V = k\,(1 + \alpha t)\sqrt{w}\,(e_0 - e)$ mit den Monatsmitteln der Variabeln. Da die für die Konstanten in den drei Jahren erhaltenen Werte gut übereinstimmen, so ergibt sich eine Verwendbarkeit beider Formeln zur Darstellung des Verdunstungsganges unter Benutzung von Monatsmitteln.

Mit Einführung dieser für Pawlowsk gefundenen Konstanten und Benutzung der Monatsmittel der Variabeln für den Bottnischen Meerbusen werden nun Verdunstungsmengen nach Formel (a) und (b) für den Bottnischen Busen berechnet. Diese Mengen sind aber, wie Witting betont, nur Minimalwerte, da die Wellenbewegung die Verdunstung erhöht, auch der Wind nicht genügend in Rechnung gezogen ist. Nach den so gefundenen Werten und den aus Abfluß und Niederschlag auf dem Landgebiet erhaltenen Werten gelangt Witting zu einer Schätzung der Verdunstung auf rund 200 mm für den Bottnischen Meerbusen im Jahr. Diese 200 mm werden nun entsprechend den für die einzelnen Monate berechneten Werten des Gliedes: $(1 + \alpha t)\,(e_0 - e)\sqrt{w}$ verteilt; es ergeben sich dann folgende Größen für den jährlichen Gang der Verdunstung:

Digitized by Google

Verdunstung in mm über dem Meer.[1])

1904	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bottenwiek	18	8	1	1	-6	10	15	24	25	34	55	21
Bottensee	15	30	19	—4	-8	0	2	8	8	31	45	22
1905												
Bottenwiek	— 4	— 5	1	9	-8	—5	20	44	49	46	28	20
Bottensee	20	8	5	7	-9	9	25	38	38	34	24	12

Berücksichtigt man die Niederschlagssummen der einzelnen Monate, so erhält man:

Zufuhr und Verlust in mm an der Oberfläche des Meeres.

1904	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bottenwiek	—10	4	9	25	53	28	15	38	— 4	25	—28	5
Bottensee	0	— 8	7	35	44	47	18	64	15	11	—22	10
1905												
Bottenwiek	33	19	25	31	28	28	42	24	14	— 8	2	— 9
Bottensee	— 1	— 1	15	28	29	27	8	46	2	34	8	— 2

Im Jahre 1904 beträgt hiernach die Zufuhr zur Bottenwiek: 160 mm (5,8 ckm); 1905: 229 mm (8,5 ckm); 1904 zur Bottensee 205 mm (13,7 ckm); 1905: 193 mm (12.8 ckm).

Ich habe den Gang der Untersuchung nebst einigen Ergebnissen kurz darzustellen versucht, da die Ozeanographie überhaupt noch keine befriedigenden Werte über den Faktor der Verdunstung an der Meeresoberfläche besitzt. Allerdings haftet den Wittingschen Zahlenwerten auch eine große Unsicherheit an, da neben den zahlreichen, auf Schätzung beruhenden Werten z. B. nicht der Dampfdruck, welcher über der freien Wasseroberfläche selbst beobachtet ist, benutzt wird, sondern Werte von auf Land gelegenen Stationen; auch zeigt der jährliche Gang der Verdunstung und demzufolge auch der Zufuhr- und Verlustmengen manche wohl schwer zu erklärende Eigenheiten.

V. Der Wasserstand.

Den letzten Abschnitt des Bandes bilden die Untersuchungen über die Veränderungen des Wasserniveaus; hierbei werden auch die angrenzenden Meeresteile mit herangezogen. Auf Grund der Pegelbeobachtungen der ganzen Ostseeküste und unter Berücksichtigung etwaiger Fehler in dem Anschluß der Präzisionsnivellements werden die Unterschiede im Mittelwasser der verschiedenen Küstenpunkte erörtert. Die für den Bottnischen Busen erhaltenen Zahlen ergeben an der schwedischen Seite ein Gefälle nach Norden, dies widerspricht aber, wie Witting bemerkt, der abnehmenden Dichtigkeit des Wassers mit nördlicherer Breite. Zieht man die Winde hierfür heran, so ergibt sich auch keine einwandfreie Erklärung; da der mittlere Fehler der Nivellements an der schwedischen Seite die gefundenen Unterschiede übersteigt, so ist ein exakter Schluß aus den Beobachtungen nicht möglich. Auf Grund der Pegelbeobachtungen an der Finnischen Küste und unter Zugrundelegung der Gefällsverhältnisse des übrigen Ostseegebiets zieht Witting den Schluß, daß die Oberfläche des Bottnischen Meerbusens von Norden bis Åland ein Gefälle von nicht mehr wie 10 cm aufweist. Nach Engelhardts Untersuchungen über die Dichtigkeitsfläche ist der Spiegel des Bottnischen Meerbusens um 14 cm höher wie die Beltsee[2]) ein Wert, welcher sich mit Wittings Schätzung gut verträgt. Die jährliche Periode des Wasserstands im Bottnischen Meerbusen hat im Mittel längerer Zeiträume ein Maximum im August bis Oktober und ein Minimum im März bis Mai (auch in

[1]) Das Zeichen — bedeutet Kondensation.

[2]) Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte Bd. XXII Nr. 6; vgl. auch Krümmel, Handbuch der Ozeanographie Bd. I, 2. Aufl. S. 55.

den anderen Ostseegebieten), ferner sekundäre Maxima im Dezember und Februar; in den einzelnen Jahren zeigen sich bedeutende Abweichungen vom durchschnittlichen Verlauf. Die Ursachen für diese Eigenheiten der Jahreswelle werden von Krümmel u. a.[1]) auf meteorologische Ursachen, von Pettersson dagegen auf Schwellungen und Zurückweichungen, welche vom Atlantischen Ozean im Golfstromgebiet ausgehen, zurückgeführt. Die Untersuchungen Wittings versuchen darzulegen, daß tatsächlich ein solcher Einfluß vom Atlantischen Ozean möglich ist.

Die aperiodische tägliche Veränderung des Wasserstandes im Bottnischen Busen wird für die Jahre 1904 und 1905 für 2 p der einzelnen Monate berechnet; sie zeigt einen deutlich ausgesprochenen jährlichen Gang der Erscheinung mit einem Maximum im Winter und einem Minimum im Sommer. Die unperiodischen Veränderungen des Wasserstandes sind in der Mehrzahl der Fälle nicht lokal, sondern erstrecken sich auf das ganze Gebiet des Bottnischen Busens.

Bei der Untersuchung der Gezeiten, welche bislang nur für die eigentliche Ostsee und den Finnischen Meerbusen festgestellt sind, werden von Witting die einzelnen Wellen für vier Stationen des Bottnischen Busens berechnet. Die Ergebnisse sind zum Vergleich mit verschiedenen Stationen der Nord- und Ostsee in einer Tabelle zusammengestellt (S. 209); die Größe der Gezeiten nimmt vom Eingang der Ostsee nach dem Innern zu ab und beträgt im Bottnischen Busen nur einige Millimeter.

Nachdem Witting einen geschichtlichen Überblick über die Ergebnisse früherer Untersuchungen über Ursachen der Wasserstandsschwankungen gegeben hat, werden die einzelnen Faktoren von ihm selbst diskutiert. Die durch die Wärmeausdehnung verursachte jährliche Wasserstandsschwankung reicht nicht aus, um die jährliche Periode zu erklären. Sie erreicht nur $^1/_{30}$ bis $^1/_{10}$ der wirklichen Jahresschwankung, diese verstärkend. Der Einfluß der Süßwasserzufuhr auf den Wasserstand macht sich zur Zeit der Frühlingsflut geltend, jedoch nicht in dem winterlichen Maximum, so daß die Süßwasserzufuhr, obwohl nicht zur Erklärung der Jahresschwankung ausreichend, keineswegs zu vernachlässigen ist. Auch die von Witting versuchte Heranziehung der Schwankung des Luftdruckes über den einzelnen Teilen des Gebietes in den verschiedenen Monaten ergibt kein befriedigendes Ergebnis. Es zeigen sich wohl ausgesprochene Übereinstimmungen mit den Schwankungen des Wasserstandes, aber die Wirkungen anderer Faktoren wie des Windes sind in ihnen mit enthalten, so daß man den Luftdruck nur als Indikator für andere Ursachen betrachten kann.

Indem Witting für die einzelnen Monate der Jahre 1904 und 1905 nach Wetterkarten, welche die mittlere Wetterlage des Monats enthalten, die vorwiegenden Winde ermittelt und gleichzeitig die Änderung im Wasserstande der Ostsee verzeichnet, stellt er fest, daß ein deutlicher Parallelismus zwischen den einwärtswehenden Winden und dem Steigen sowie zwischen den auswärtswehenden Winden und dem Fallen des Wasserniveaus besteht. Letzteres findet namentlich bei Südostwinden statt, während Südwest- und Westwinde eine Erhöhung des Wasserstandes des Bottnischen Meerbusens veranlassen. Nachdem so die Bedeutung des Windes für den Wasserstand in den Einzeljahren festgestellt ist, werden die Monatswerte einer längeren Periode untersucht. Hierzu werden nach den Rungschen Monatskarten die in dem 15jährigen Durchschnitt (1881/95) vorherrschenden Windrichtungen für die Ostsee, das Kattegat und Skagerrak ermittelt und die Windgeschwindigkeit durch Messen der Isobarenabstände nach der von Wegemann angewandten Methode[2]) berechnet. Zum Vergleich dienen die 15jährigen Monatsmittel des Wasserstandes je zweier Stationen des Bottnischen Busens und der südlichen Ostsee. Es zeigt sich, daß die jährliche Periode des Wasserstandes der Ostsee nicht durch die über diesem Gebiet vorherrschenden Winde allein erklärt werden kann, wohl aber mit Heranziehung der Windverhältnisse, welche über der Nordsee und dem Kattegat herrschen. Bestimmt werden

[1]) Krümmel a. a. O. S. 57.
[2]) Archiv d. Deutschen Seewarte, Bd. XXII, 1899.

Digitized by Google

die Windverhältnisse meist durch die Lage der skandinavischen Depression. Liegt diese hoch im Norden der Halbinsel, so haben wir vorherrschend Südwestwinde mit hohem Wasserstande, befindet sie sich südlicher oder westlicher, so herrschen Süd- oder Südostwinde mit niedrigem Wasserstande vor.

Zusammenfassung: Die jährliche Schwankung des Wasserstandes des Bottnischen Meerbusens ist verursacht durch die Windverhältnisse und die Süßwasserzufuhr, welche beide von annähernd der gleichen Größenordnung sind wie die Schwankungen des Wasserstandes. Es ist nicht notwendig, Schwellungen aus entfernten Teilen des Weltmeeres zur Erklärung der Verhältnisse in der Ostsee heranzuziehen, denn der allgemeine Charakter des Ganges der Wasserstandsschwankungen kann durch die meteorologischen Faktoren, Wind und Niederschlag, sowohl in Einzeljahren wie in längeren Zeiträumen erklärt werden; eine Einwirkung der angrenzenden Gebiete ist aber erkennbar.

Bemerkungen zu dem Aufsatze von V. W. Ekman: „Zur Frage von der Ablenkung der Triftströmungen".[1]

Von O. E. Schlötz.

Der obenstehende Aufsatz von Herrn Ekman, worin er meine Abhandlung im Oktoberheft dieser Zeitschrift[2]) erwähnt, veranlaßt mich, folgendes zu bemerken: Herr Ekman beschwert sich darüber, daß ich seine Arbeiten nicht vollständig zitiert habe, indem er meint, daß diese schon die Lösungen der Aufgabe, welche ich zu behandeln versucht habe, enthält. In diesen Arbeiten, welche ich auch zitiert habe, betrachtet Ekman zuerst »die Strömungen, die von dem Winde und der Erdrotation allein erregt werden«; dies ist auch Gegenstand meiner Abhandlung. Ekman untersucht in diesem Abschnitt allein die Bewegungen, welche durch die direkte Wirkung des Windes und der Erdrotation bedingt werden, indem er ausdrücklich nicht berücksichtigt die Wirkungen, welche hervorgebracht werden könnten durch die Änderungen, die wegen der Bewegung die Grenzen des Windstromes und des Meeres entlang auftreten können. Die Bewegung, welche das Wasser unter diesen Bedingungen erhält, wird dieselbe wie die, welche auftreten würde, wenn der betrachtete Ort sich sehr weit von den Grenzen des Windstromes und des Wassers befände; dies sagt auch Ekman. Ich habe mir daher erlaubt, diese Untersuchungen von Ekman dadurch zu charakterisieren, daß in diesen der Windstrom und das Meer als unbegrenzt betrachtet wird. Im Gegensatz dazu untersuche ich den Fall, daß der Windstrom eine beschränkte Breite hat, übrigens aber unbegrenzt. Ich suche dann aus den Bewegungsgleichungen abzuleiten, daß ein Druckgradient auftreten muß, und zeige, daß ein solcher, quer zu dem Windstrom wirkend, den betrachteten Fall befriedigen wird; endlich leite ich den Wert her, dem der Druckgradient bei stationärem Zustand sich nähert. Soweit ich verstehe, hat Ekman einen solchen Fall nicht behandelt; dagegen hat er außer dem obenerwähnten Abschnitt in seinen Arbeiten andere wertvolle Beiträge zur Erleuchtung der Meeresströmungen geliefert; so auch die Bewegung untersucht, welche durch den Einfluß eines gegebenen Druckgradienten hervorgebracht wird, wenn man auch die Erdrotation berücksichtigt.

Ekman beschwert sich außerdem darüber, daß ich angegeben habe, daß er die Kraft, womit der Wind das Wasser fortzuschleppen sucht, der Windstärke proportional setzt. Damit verhält es sich so. Wo es der stationären Bewegung gilt, wird die Treibkraft der Windgeschwindigkeit relativ zum Strom proportional gesetzt; in der von Fredholm gegebenen Lösung der vollständigen Differentialgleichung

---

[1]) »Ann. d. Hydr. usw.« 1908, S. 481.

[2]) Bemerkungen über die durch den Wind erzeugten Meeresströmungen. »Ann. d. Hydr. usw.« 1908, S. 425.

wird jedoch die Kraft als konstant in Größe und Richtung, unabhängig von der Zeit, angenommen, das heißt, die Kraft wird implicite der Windstärke proportional gesetzt. Da ich die vollständige Differentialgleichung zuerst behandle, habe ich dieses Verhältnis übersehen. Ich habe mich auch dadurch irre leiten lassen, daß die Ablenkung der Strömung von der Windrichtung ganz allgemein 45° wird, wenn die Kraft der Windstärke proportional ist; dies habe ich daher auch da angenommen, wo ich die Ablenkung der Strömung erwähne.[1])

Die letzte Hälfte des Artikels von Ekman enthält eine Kritik von meiner Arbeit. Er erwähnt zuerst die Lösungen, die ich für den Fall gegeben habe, daß das Meer als bodenlos betrachtet wird. Er meint, daß diese unbrauchbar sind, da sie keinem wirklichen Fall entsprechen, und ergeben werden, daß das Meer zuletzt in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit wie der Wind strömen wird. Ich kann natürlich zugeben, daß die gefundenen Lösungen keinem wirklichen Fall entsprechen, indem sie nur als Grenzfälle zu betrachten sind. Diese haben indessen ihre Berechtigung darin, daß man sie vollständiger lösen kann. Außerdem werden diese Lösungen eine Andeutung geben, wie es sich verhalten wird, wenn die Tiefe endlich ist, und folglich Reibung an dem Boden auftritt; da die Reibung klein ist, kann man nämlich nicht annehmen, daß diese die Verhältnisse im großen und ganzen in bedeutendem Grade ändern kann. Hiervon mache ich auch Anwendung bei der Behandlung des Falles, daß die Tiefe des Meeres endlich ist. Um die Rechnung zu vereinfachen, setze ich daher für den Druckgradienten den Wert, der unter der Annahme, daß die Tiefe unbegrenzt war, gefunden wurde; eine Voraussetzung, welche, wie die Gleichungen für die Konstanten zeigen, nahe richtig sein muß. In betreff dieses Falles macht Ekman darauf aufmerksam, daß meine Annahme nicht zureichend ist; das Wasser in der Bodenschicht wird nämlich überwiegend nach der einen Seite abgelenkt, und zwar so, daß die vorausgesetzte Neigung der Meeresoberfläche vermindert werden muß, weshalb die gefundene Bewegung nicht stationär sein kann. Wie man finden wird, siehe meine Abhandlung Seite 444, ergibt die letzte Formel, daß die tiefsten Schichten in der von Ekman angegebenen Richtung abgelenkt werden; dies gilt aber nur für eine ganz dünne Schicht gleich am Boden, wo die Geschwindigkeit am kleinsten ist, und gerade darüber kommt eine gleich hohe Schicht, wo das Wasser, obgleich weniger, nach der anderen Seite abgelenkt wird. Wie oben schon angedeutet, ist doch der angenommene Druckgradient nicht ganz genau; mit einem genaueren Wert zweifle ich nicht, daß man eine Lösung bekommen wird, welche alle nötigen Bedingungen einer stationären Bewegung befriedigen wird. Die von Ekman erhobenen Einwände scheinen mir daher nicht hinreichend zu sein, um das Resultat meiner Abhandlung widerlegen zu können.

[1]) In meiner obenerwähnten Abhandlung, »Ann. d. Hydr. usw.« 1908, sollen daher auf S. 442 folgende Änderungen gemacht werden: Im letzten Absatz dieser Seite soll in der 11. und 10. Zeile von unten »jedoch usw. nämlich« gestrichen werden, in der 7. Zeile von unten soll nach »Änderung« eingeschoben werden »dieses Winkels«, in der 6. Zeile von unten soll gestrichen werden »außerdem«, zwischen die 7. und 6. Zeile von unten der Satz eingeschoben werden »Der Winkel zwischen der Stromrichtung und der Windrichtung, relativ zum Strom, ist dagegen, wie Ekman gezeigt hat, konstant gleich 45°«.

Digitized by Google

Angenäherte Darstellung des Hauptbogens in der Merkatorkarte.

Nachtrag.

(Hierzu Tafel 18.)

Die im Novemberheft dieser Zeitschrift mitgeteilte Methode zur angenäherten Darstellung des Bogens eines größten Kugelkreises (Hauptbogens) in der Merkatorprojektion beruht auf der Vernachlässigung der Quadrate und höheren Potenzen der Längen- und Breitenunterschiede der Endpunkte des Bogens — diese Unterschiede verstanden in Bogenmaß, d. h. in ihrem Verhältnis zum Kugelhalbmesser. Da die Berücksichtigung der Quadrate — die eine wesentlich größere Genauigkeit gewährleistet — leicht und handlich ist, so soll diese im folgenden behandelt werden.

Bezeichnungen.

M = Modul der briggischen Logarithmen; $\log M = 9.63778431 - 10$
ϱ = arc rad in Graden; $\log \varrho = 1.75812263$
A = Anfangspunkt = Punkt 1;
E = Endpunkt = « 2;
$\lambda = L_2 - L_1$ = Längenunterschied;
$v = \frac{1}{2}(\varphi_2 + \varphi_1)$ = Mittelbreite;
$u = \frac{1}{2}(\varphi_2 - \varphi_1)$ = halber Breitenunterschied;
B = vergrößerte Breite der Merkatorprojektion;
z = Länge des Hauptbogens } auf der Kugel;
s = « der Loxodrome } auf der Kugel;
σ = « « « in der Merkatorebene;
ω = Azimut des Hauptbogens AE in A;
ζ = « der Loxodrome AE in A.

Beziehungen zwischen der Breite (φ) und der vergrößerten Breite (B).

$$B = \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\cos\varphi} = \frac{\varrho}{M} \log \operatorname{tg}(45^\circ + \tfrac{1}{2}\varphi);$$

oder:

$$\frac{M}{\varrho} B = \log \operatorname{tg}(45^\circ + \tfrac{1}{2}\varphi)!$$

Hierin sind sowohl φ wie B in Graden verstanden.

Formelentwicklung für die Vergrößerung ($\sigma : s$) der Merkatorprojektion.

$$\frac{\sigma}{s} = \frac{1}{\varphi_2 - \varphi_1} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{d\varphi}{\cos\varphi}; \qquad \begin{array}{ll} \varphi_2 = v + u; & 2v = \varphi_2 + \varphi_1 \;^{1)} \\ \varphi_1 = v - u; & 2u = \varphi_2 - \varphi_1 \end{array}$$

$$\frac{\sigma}{s} = \frac{1}{2u} \int_{v-u}^{v+u} \frac{d\varphi}{\cos\varphi} = \frac{1}{2u} \left| f(v+u) - f(v-u) \right|$$

$$f(v+u) = f(v) + u f'(v) + \tfrac{1}{2} u^2 f''(v) + \tfrac{1}{6} u^3 f'''(v) + \ldots$$
$$f(v-u) = f(v) - u f'(v) + \tfrac{1}{2} u^2 f''(v) - \tfrac{1}{6} u^3 f'''(v) + \ldots$$

Unter Vernachlässigung der 3. und höheren Potenzen von u kommt:

$$\frac{2u\sigma}{s} = f(v+u) - f(v-u) = 2u f'(v) + \tfrac{1}{3} u^3 f'''(v)$$

---

1) In den Herleitungen sind, wenn nichts anderes bemerkt, die Winkel in Bogenmaß, d. h. in ihrem Verhältnis zum Halbmesser, verstanden.

Hierin ist:

$$f'(v) = \frac{1}{\cos v}; \qquad f''(v) = \frac{\operatorname{tg} v}{\cos v}$$

$$f'''(v) = \frac{1 + 2\operatorname{tg}^2 v}{\cos v}$$

$$\frac{\sigma}{s} = f'(v) + \tfrac{1}{6} u^2 f'''(v) = \frac{1}{\cos v}\left(1 + \tfrac{1}{6} u^2 + \tfrac{1}{3} u^2 \operatorname{tg}^2 v\right)$$

$$= \frac{1}{\cos v}\left(1 + \frac{u^2}{3\cos^2 v} - \frac{u^2}{6}\right).$$

Logarithmisch ausgedrückt, φ in Gradmaß verstanden, lautet die Formel:

$$\log\frac{\sigma}{s} = \log\frac{1}{\cos v} + \frac{M(\varphi_2 - \varphi_1)^2}{12\,\varrho^2\cos^2 v} - \frac{M(\varphi_2 - \varphi_1)^2}{24\,\varrho^2};$$

Verhältnis des Hauptbogens (z) **zur Loxodrome** (s) **auf der Kugel.** (Fig. 1, Taf. 18.)

Zur Bestimmung des Wertes z : s dürfen wir, ohne die beabsichtigte Schärfe zu beeinträchtigen, den Hauptbogen als gerade Linie, die Loxodrome dagegen als Kreisbogen mit dem Zentriwinkel $2\mu = \lambda \sin v$ ansehen (siehe die Abhandlung im Novemberheft und die Entwicklung von $\omega - \zeta$ im folgenden Abschnitt).

$$z = 2 r \sin\mu; \quad s = 2 r \mu$$

$$\frac{z}{s} = \frac{\sin\mu}{\mu} = \frac{\mu - \frac{1}{6}\mu^3}{\mu} = 1 - \tfrac{1}{6}\mu^2$$

$$\frac{z}{s} = 1 - \tfrac{1}{24}\lambda^2 \sin^2 v;$$

oder auch, da nur die Quadrate von λ berücksichtigt werden:

$$\frac{s}{z} = 1 + \tfrac{1}{24}\lambda^2\sin^2 v.$$

Formelentwicklung zur Berechnung des Winkels $\omega - \zeta$ **zwischen Hauptbogen und Loxodrome.** (Fig. 2 u. 3, Taf. 18.)

Es war gefunden unter Vernachlässigung der 3. und höheren Potenzen von u und λ:

$$\frac{\sigma}{s} = \frac{1}{\cos v}\left(1 + \tfrac{1}{6}u^2 + \tfrac{1}{3}u^2\operatorname{tg}^2 v\right);$$

daraus: $\sigma^2\cos^2 v = s^2$;

$$\frac{s}{z} = 1 + \tfrac{1}{24}\lambda^2\sin^2 v;$$

daraus: $s^2 = z^2$.

Weiter ist:

$$\cos\varphi_2 = \cos(v + u) = \cos v - u\sin v - \tfrac{1}{2}u^2\cos v$$

$$= \cos v\left(1 - u\operatorname{tg} v - \tfrac{1}{2}u^2\right);$$

daher:

$$= \frac{s}{\sigma}\left(1 - u\operatorname{tg} v - \tfrac{1}{3}u^2 + \tfrac{1}{3}u^2\operatorname{tg}^2 v\right);$$

$$\frac{\sin\omega}{\cos\varphi_2} = \frac{\sin\lambda}{\sin z} = \frac{\lambda - \frac{1}{6}\lambda^3}{z - \frac{1}{6}z^3} = \frac{\lambda}{z}\left(1 + \tfrac{1}{6}z^2 - \tfrac{1}{6}\lambda^2\right)$$

$$= \frac{\lambda}{z}\left(1 + \tfrac{1}{6}\sigma^2\cos^2 v - \tfrac{1}{6}\lambda^2\cos^2 v - \tfrac{1}{6}\lambda^2\sin^2 v\right)$$

$$= \frac{\lambda}{s}\left(1 + \tfrac{2}{3}u^2 - \tfrac{1}{6}\lambda^2\sin^2 v + \tfrac{1}{24}\lambda^2\sin^2 v\right);$$

$$\sin\omega = \frac{\lambda}{\sigma}\left(1 - u\operatorname{tg} v + \tfrac{1}{3}u^2 + \tfrac{1}{3}u^2\operatorname{tg}^2 v - \tfrac{1}{8}\lambda^2\sin^2 v\right)$$

$$= \frac{\lambda}{\sigma}\left(1 - u\operatorname{tg} v + \frac{u^2}{3\cos^2 v} - \tfrac{1}{8}\lambda^2\sin^2 v\right);$$

$$\sin\zeta = \frac{\lambda}{\sigma}.$$

Digitized by Google

Nun ist:

$$\sin\omega = \sin\zeta + (\omega-\zeta)\cos\zeta - \tfrac{1}{2}(\omega-\zeta)^2\sin\zeta;$$

also:

$$(\omega-\zeta)\cos\zeta - \tfrac{1}{2}(\omega-\zeta)^2\sin\zeta = \frac{\lambda}{\sigma}\left(-\mathrm{u}\,\mathrm{tg}\,v + \frac{\mathrm{u}^2}{3\cos^2 v} - \tfrac{1}{8}\lambda^2\sin^2 v\right)$$

$$\omega-\zeta - \tfrac{1}{2}(\omega-\zeta)^2\,\mathrm{tg}\,\zeta = \frac{\lambda}{2}\left(-\sin v + \frac{\mathrm{u}}{3\cos v} - \frac{\lambda^2\sin^2 v\cos v}{8\,\mathrm{u}}\right)$$

$$(\omega-\zeta)^2 = \tfrac{1}{4}\lambda^2\sin^2 v; \qquad \tfrac{1}{2}(\omega-\zeta)^2\,\mathrm{tg}\,\zeta = \frac{\lambda}{2}\cdot\frac{\lambda^2\sin^2 v\cos v}{8\,\mathrm{u}};$$

$$\omega-\zeta = \frac{\lambda}{2}\left(-\sin v + \frac{\mathrm{u}}{3\cos v}\right).$$

So wird in Gradmaß:

$$\omega-\zeta = -\frac{\lambda}{2}\sin v + \frac{\lambda(\varphi_2-\varphi_1)}{12\,\varrho\cos v};$$

Setzt man noch:

$$\frac{\lambda}{2}\sin v = \mu; \qquad \frac{\lambda(\varphi_2-\varphi_1)}{12\,\varrho\cos v} = \tau;$$

so kommt: $\zeta-\omega = \mu-\tau.$

Hierbei ist zu bemerken, daß für die entgegengesetzte Richtung (EA) μ sein Vorzeichen wechselt, während τ sein Zeichen behält. Durch die folgende Regel werden die Vorzeichen von μ und τ ausgeschaltet.

Die Konstruktion des angenäherten Hauptbogens. (Fig. 4, Taf. 18.)

Entsprechend der in dem erwähnten Aufsatz beschriebenen Parabelkonstruktion ergibt sich folgende Art der Zeichnung: Aus AE als Basis sowie aus $\mu+\tau$ und $\mu-\tau$ als anliegenden Winkeln wird das Dreieck AEJ gezeichnet, so daß $\mu+\tau$ an dem Ende der Basis, das dem Pol näher liegt, und die Spitze J an der dem Pol zugekehrten Seite von AE zu liegen kommt. Die Seiten AJ und JE werden in eine gleiche Anzahl je gleicher Teile geteilt: $AP_1 = P_1P_2 = P_2P_3$ usw. und $JQ_1 = Q_1Q_2 = Q_2Q_3$ usw. Verbindet man P_1 mit Q_1, P_2 mit Q_2 usw., so entsteht die angenäherte Projektion des Hauptbogens: $AP_1Z_1Z_2\ldots E$.

Die Umhüllungskurve der Geraden P_1Q_1; P_2Q_2 usw., bezogen auf JA = a als X-Achse und JE = b als Y-Achse, hat die Gleichung: $\sqrt{\frac{x}{a}} + \sqrt{\frac{y}{b}} = 1$; d. i. eine Parabel bezogen auf zwei Tangenten.

Beispiel mit extremen Werten. (Fig. 4, Taf. 18.)

Gegeben: A: Länge $= L_1 =$ 0° 0′ E: Länge $= L_2 =$ 60 0
Breite $= \varphi_1 =$ 37 6 [1]) Breite $= \varphi_2 =$ 70 12 [1])

Berechnung.[2])

1 =	A	$1:12\,\varrho$ ...	7.1627
2 =	E	λ ...	1.7782
		$\varphi_2-\varphi_1$ ...	1.5198
L_2 =	60° 0′	$1:\cos v$ ...	.2272
L_1 =	0 0	τ ...	0.6879
λ =	60 0		
=	60°.0	λ ...	1.7782
		$\sin v$ ...	9.9060
φ_2 =	70° 12′	2μ ...	1.6842
φ_1 =	37 6	=	48°.4
$\varphi_2-\varphi_1$ =	33 6		
=	33°.1	μ =	24°.2
		τ =	4 .9
$\varphi_2+\varphi_1 = 2v$ =	107° 18′	$\mu+\tau$ =	29 .1
v =	53 39	$\mu-\tau$ =	19 .3

Auf Grund dieser Werte kann nun nach angegebener Regel die Zeichnung (Fig. 4, Taf. 18) in der Merkatorkarte fertiggestellt werden. Sie ergibt dann die Kurslinie $AP_1Z_1Z_2\ldots E$.

[1]) Dem Beispiel sind die »Vergrößerten Breiten« $B_1 = 40°$ und $B_2 = 100°$ zugrunde gelegt und daraus die angegebenen Breiten abgeleitet.
[2]) Das Zeichen ... deutet den Logarithmus an.

Digitized by Google

Prüfung der Genauigkeit.

Der Zeichnung sind die folgenden L- und B-Werte entnommen, während die φ-Werte nachstehend berechnet sind.

Zusammenstellung der Koordinaten.

	L	Δ	B	Δ	φ
	°		c		°
A =	0.0		40.0		37.0981
		2.4		5.0	
P_1 =	2.4		45.0		40.9799
		5.0		9.2	
Z_1 =	7.4		54.2		47.5573
		5.3		8.4	
Z_2 =	12.7		62.6		52.9222
		5.5		7.6	
Z_3 =	18.2		70.2		57.2658
		5.8		6.8	
Z_4 =	24.0		77.0		60.7631
		6.0		6.0	
Z_5 =	30.0		83.0		63.5625
		6.2		5.2	
Z_6 =	36.2		88.2		65.7856
		6.5		4.4	
Z_7 =	42.7		92.6		67.5282
		6.7		3.6	
Z_8 =	49.4		96.2		68.8648
		7.0		2.8	
Q_0 =	56.4		99.0		69.8517
		3.6		1.0	
E =	60.0		100.0		70.1934

Formeln, die in den folgenden Rechnungen benutzt sind:

$$\frac{M\,B}{\varrho} = \log \operatorname{tg}\left(45^\circ + \tfrac{1}{2}\varphi\right);$$

$$\sigma^2 = \lambda^2 + (B_2 - B_1)^2;$$

$$\frac{\sigma}{s} = \frac{B_2 - B_1}{\varphi_2 - \varphi_1} \qquad \text{(gebraucht für } \varphi_2 - \varphi_1 > 6^\circ\text{)};$$

$$\log \frac{\sigma}{s} = \log \frac{1}{\cos v} + \frac{M(\varphi_2 - \varphi_1)^2}{12\,\varrho^2 \cos^2 v} - \frac{M(\varphi_2 - \varphi_1)^2}{24\,\varrho^2} \qquad \text{(gebraucht für } \varphi_2 - \varphi_1 < 6^\circ\text{)};$$

Berechnung der Breiten aus den vergrößerten Breiten.

	A	E	P_1	Q_0
B =	40°.0	100°.0	45°.0	99°.0
$M:\varrho$ ...	7.879662	7.879662	7.879662	7.879662
B ...	1.602060	2.	1.653213	1.995635
$\log \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{1}{2}\varphi)$ ...	9,481722	9.879662	9.532875	9.875297
=	0.303195	0.757988	0,341095	0.750407
$45^\circ + \frac{1}{2}\varphi$ =	63° 32′ 56″.5	80° 5′ 48″.2	65° 29′ 23″.9	79° 55′ 33″.1
φ =	37 5 53 .0	70 11 36 .4	40 58 47 .8	69 51 6 .2
=	37°.0981	70°.1934	40°.9799	69°.8517

	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
B =	54°.2	62°.6	70°.2	77°.0
$M:\varrho$ ...	7.879662	7.879662	7.879662	7.879662
B ...	1.733999	1.796574	1.846337	1.886491
$\log \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{1}{2}\varphi)$ ...	9,613661	9,676236	9.725999	9.766153
=	0,410829	0,474500	0.532108	0.583651
$45^\circ + \frac{1}{2}\varphi$ =	68° 46′ 43″.2	71° 27′ 39″.9	73° 37′ 58″.5	75° 22′ 53″.5
φ =	47 33 26 .4	52 55 19 .8	57 15 57 .0	60 45 47 .0
=	47°.5573	52°.9222	57°.2658	60°.7631

Noch: Berechnung der Breiten aus den vergrößerten Breiten.

	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8
B =	83°.0	88°.2	92°.6	96°.2
M : ϱ . . .	7.879662	7.879662	7.879662	7.879662
B . . .	1.919078	1.945469	1.966611	1.983175
log tg (45° + ½ φ) . . .	9.798740	9.825131	9.846273	9.862837
=	0.629130	0.668546	0.701897	0.729183
45° + ½ φ =	76° 46′ 52″.5	77° 53′ 34″.0	78° 45′ 50″.7	79° 25′ 56″.7
φ =	63 33 45 .0	65 47 8 .0	67 31 41 .4	68 51 53 .4
=	63°.5625	65°.7856	67°.5282	68°.8648

Berechnung der Abschnitte der Kurslinie und der Loxodrome A E.

	A P_1	P_1 Z_1	Z_1 Z_2	Z_2 Z_3	Z_3 Z_4	Z_4 Z_5
λ =	2°.4	5°.0	5°.3	5°.5	5°.8	6°.0
$B_2 - B_1$ =	5 .0	9 .2	8 .4	7 .6	6 .8	6 .0
φ_2 =	40°.9799	47°.5573	52°.9222	57°.2658	60°.7631	63°.5625
φ_1 =	37 .0981	40 .9799	47 .5573	52 .9222	57 .2658	60°.7631
$\varphi_2 - \varphi_1$ =	3 .8818	6 .5774	5 .3649	4 .3436	3 .4973	2 .7994
$\varphi_2 + \varphi_1 = 2v$ =	78°.0780	88°.5372	100°.4795	110°.1880	118°.0289	124°.3256
v =	39 .0390	44 .2686	50 .2398	55 .0940	59 .0144	62 .1628
=	39° 2′.34	44° 16′.12	50° 14′.39	55° 5′.64	59° 0′.86	62° 9′.77
$B_2 - B_1$ . . .	0.69897	0.96379	0.92428	0.88081	0.83251	0.77815
$\varphi_2 - \varphi_1$ . . .	0.58904	0.81805	0.72956	0.63785	0.54374	0.44706
σ : s . . .	0.10993	0.14574	0.19472	0.24296	0.28877	0.33109
10^5 M : 12 ϱ^2 . . .	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424
$(\varphi_2 - \varphi_1)^2$ . . .	1.1781	1.6361	1.4591	1.2757	1.0875	0.8941
2 c_1 . . .	1.2205	1.6785	1.5015	1.8181	1.1299	0.9365
1 : $\cos^2 v$ . . .	.2195	.2901	.3882	4849	.5767	.6614
c_2 . . .	1.4400	1.9686	1.8897	1.8030	1.7066	1.5979
2 c_1 =	16.6	47.6	31.8	20.8	13.4	8.6
c_2 =	27.5	93.0	77.6	63.5	50.9	39.6
c_1 =	8.3	23.8	15.9	10.4	6.7	4.3
1 : cos v . . .	0.10973	0.14504	0.19411	0.24243	0.28834	0.33072
$c_2 - c_1$ =	19	69	62	53	44	35
σ : s . . .	0.10992	0.14573	0.19473	0.24296	0.28878	0.33107
λ^2 =	5.76	25.00	28.09	30.25	33.64	36.00
$(B_2 - B_1)^2$ . . .	25.00	84.64	70.56	57.76	46.24	36.00
σ^2 =	30.76	109.64	98.65	88.01	79.88	72.00
. . .	1.48799	2.03997	1.99410	1.94453	1.90244	1.85733
σ . . .	0.74400	1.01998	0.99705	0.97226	0.95122	0.92866
σ : s . . .	.10992	.14574	.19473	.24296	.28878	.33107
s . . .	0.63408	0.87424	0.80232	0.72930	0.66244	0.59759
=	4°.3061	7°.4858	6°.3434	5°.3616	4°.5967	3°.9590

	Z_5 Z_6	Z_6 Z_7	Z_7 Z_8	Z_8 Q_9	Q_9 E	A E
λ =	6°.2	6°.5	6°.7	7°.0	3°.6	60°.0
$B_2 - B_1$	5 .2	4 .4	3 .6	2 .8	1 .0	60 .0
φ_2 =	65°.7856	67°.5282	68°.8648	69°.8517	70°.1934	70°.1934
φ_1 =	63 .5625	65 .7856	67 .5282	68 .8648	69 .8517	37 .0981
$\varphi_2 - \varphi_1$ =	2 .2231	1 .7426	1 .3366	0.9869	0.3417	33 .0953
$\varphi_2 + \varphi_1 = 2v$ =	129°.3481	133°.3138	136°.3930	138°.7165	140°.0451	
v =	64 .6740	66 .6569	68 .1965	69 .3582	70 .0226	
=	64° 40′.44	66° 39′.41	68° 11′.79	69° 21′.49	70° 1′.36	
$B_2 - B_1$ . . .	0.71600	0.64345	0.55630	0.44716	0.00000	1.778151
$\varphi_2 - \varphi_1$ . . .	0.34696	0.24120	0.12600	9.99427	9.53364	1.519766
σ : s . . .	0.36904	0.40225	0.43030	0.45289	0.46636	0.258385

Noch: Berechnung der Abschnitte der Kurslinie und der Loxodrome AE.

$10^5 M : 12\,\varrho^2$ ...	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424	
$(\varphi_2 - \varphi_1)^2$ ...	0.6939	0.4824	0.2520	9.9885	9.0673	
$2\,c_1$ ...	0.7363	0.5248	0.2944	0.0309	9.1097	
$1 : \cos^2 v$ ...	.7376	.8041	.8603	.9056	.9328	
c_2 ...	1.4739	1.3289	1.1547	0.9365	0.0425	
$2\,c_1$ =	5.4	3.4	2.0	1.0	0.2	
c_2 =	29.8	21.3	14.3	8.6	1.1	
c_1 =	2.7	1.7	1.0	.5	.1	
$1 : \cos v$ ...	0.36879	0.40204	0.43013	0.45281	0.46642	
$c_2 - c_1$ =	27	20	13	8	1	
$\sigma : s$ ...	0.36906	0.40224	0.43026	0.45289	0.46643	
λ^2 =	38.44	42.25	44.89	49.00	12.96	3600.00
$(B_2 - B_1)^2$ =	27.04	19.36	12.96	7.84	1.00	3600.00
σ^2 =	65.48	61.61	57.85	56.84	13.96	7200.00
...	1.81611	1.78965	1.76230	1.75465	1.14489	3.857332
σ ...	0.90806	0.89482	0.88115	0.87732	0.57244	1.928666
$\sigma : s$ ...	.36906	.40224	.43026	.45289	.46643	.258385
s ...	0.53900	0.49258	0.45089	0.42443	0.10601	1.670281
=	3°.4594	3°.1087	2°.8242	2°.6572	1°.2765	46°.804

	°
$A\,P_1$ =	4.3061
$P_1\,Z_1$ =	7.4858
$Z_1\,Z_2$ =	6.3434
$Z_2\,Z_3$ =	5.3616
$Z_3\,Z_4$ =	4.5967
$Z_4\,Z_5$ =	3.9590
$Z_5\,Z_6$ =	3.4594
$Z_6\,Z_7$ =	3.1087
$Z_7\,Z_8$ =	2.8242
$Z_8\,Q_9$ =	2.6572
$Q_9\,E$ =	1.2765
Summe =	45.3786

Die nebenstehende Addition der Abschnitte ergibt die Länge des angenäherten Hauptbogens (des Kurses):

$A\,P_1\,Z_1\,Z_2 \ldots E = 45°.379$

Loxodrome $A\,E = 46°.804.$

Berechnung des wahren Hauptbogens $AE = z$. (Fig. 2, Taf. 18.)

	A E	E A
φ_2 =	+ 70° 11′ 36″.4	+ 37° 5′ 53″.0
λ =	+ 60 0 0 .0	— 60° 0 0 .0
$\operatorname{tg} \varphi_2$ ...	0.443515	9.878660
$1 : \cos \lambda$ ...	0.301030	0.301030
$\operatorname{tg} \vartheta$ ...	0.744545	0.179690
φ_1 =	+ 37° 5′ 53″.0	+ 70° 11′ 36″.4
ϑ =	+ 79 47 30 .6	+ 56 31 43 .3
$\vartheta - \varphi_1$ =	+ 42 41 37 .6	— 13 39 53 .1
$\operatorname{tg} \lambda$ ...	0.238561	0.238561 n
$\cos \vartheta$ ...	9.248525	9.741560
$1 : \sin (\vartheta - \varphi_1)$ ...	0.168720	0.626646 n
$\operatorname{tg} \omega$ ...	9.655806	0.606767
ω =	+ 24° 21′ 21″.8	— 103° 53′ 27″.0
$\operatorname{tg} (\vartheta - \varphi_1)$ ...	9.965001	9.385825 n
$1 : \cos \omega$ ...	0.040482	0.619658 n
$\operatorname{tg} z$ ...	0.005483	0.005483
z =	45° 21′ 42″.1	wie neben
=	45°.3617	

Formeln.

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\operatorname{tg} \varphi_2}{\cos \lambda}$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\operatorname{tg} \lambda \cos \vartheta}{\sin (\vartheta - \varphi_1)}$$

$$\operatorname{tg} z = \frac{\operatorname{tg} (\vartheta - \varphi_1)}{\cos \omega}$$

Digitized by Google

Zusammenstellung der Ergebnisse.

In Graden	In Seemeilen	
46°.804	2808.2	Loxodrome A E;
45 .379	2722.7	— Kurs A P_1 Z_1 Z_2 ... Z_8 Q_8 E;
45 .362	2721.7	— Hauptbogen.

Der auf die angegebene Art dargestellte Kurs von über 45 Grad ist also nur 1.0 Seemeile länger als der wahre Hauptbogen — das Minimum, dagegen 85.5 Seemeilen kürzer als die Loxodrome.

v. Kobbe
Oberstleutnant.

Die Douwes'sche Aufgabe in geometrischer Behandlung.

(Hierzu Tafel 19.)

Man kann das berühmte vorstehende Problem, das auch in diesen Annalen schon mehrmals trigonometrisch behandelt wurde (so von Matern im 10. Jahrg. S. 400 ff., von Weyer im 11. Jahrg. S. 69 ff., S. 148 ff., S. 209 ff.), leicht auf eine geometrische Basis bringen, wenn man sich die zwei zu messenden Sonnenhöhen h′ und h″ mittels der betreffenden Schattenlängen eines Gnomons bestimmt denkt. Betrachten wir die Deklination der Sonne $\delta_{☉}$ für einen Tag als konstant, so ist die scheinbare Sonnenbahn am Himmel ein Kleinkreis, dessen Bogenabstand vom Himmelsäquator eben gleich $\delta_{☉}$ ist. Dieser Sonnenparallel läßt sich aber auch als Grundfläche eines Kegels deuten, dessen Spitze in jener des eben erwähnten, senkrecht auf dem Horizont des Beobachters stehenden Stabes liegt, und dessen Mantellinien von sämtlichen Sonnenstrahlen gebildet werden, welche während des Tages durch das Stabende gehen. Befände sich dieses im Erdmittelpunkt, so hätten wir einen geraden Kreiskegel, dessen Basiswinkel $= \delta_{☉}$ wäre. Indessen lehrt uns eine einfache Überlegung, daß bei der als unendlich weit entfernt anzunehmenden Sonne der scheinbare Horizont mit dem wahren vertauscht und die Gnomonspitze ohne weiteres in den Erdmittelpunkt verlegt werden kann; somit dürfen wir unserer Betrachtung auch auf dem scheinbaren Horizont den so charakterisierten Kegel zugrunde legen. (Nur ganz enorme Gnomonhöhen — für scharfe Schattenbilder soll sie jedoch nur wenige Dezimeter betragen — vermöchten die Sachlage zu alterieren.) Die Gesamtheit der die Stabspitze durchsetzenden Sonnenstrahlen bildet eigentlich einen Doppelkegel, dessen zweiter, dem ersten kongruenter Teil vom scheinbaren Horizont durchschnitten wird; somit ist die Kurve, welche der Schatten der Stabspitze beschreibt, ein Kegelschnitt, auf dem auch die zwei Punkte liegen, in welche das Schattenende des Gnomons zur Zeit der beiden ermittelten Sonnenhöhen h′ und h″ fiel.

Zur weiteren Vereinfachung fassen wir nur die eine Hälfte des Doppelkegels ins Auge und verlegen die beiden Sonnenpositionen Σ_1 und Σ_2 in den Grundkreis K_1 (Fig. 1, Taf. 19), der also dem Äquator parallel ist. Somit haben wir es nur mit einem einfachen Kreiskegel zu tun, dessen Basiswinkel $= \delta_{☉}$ ist, und dessen Höhe $c c_1$ durch den Radius r von K_1, der beliebig gewählt werden darf, zu $r \cdot \tang \delta_{☉}$ bestimmt ist. In K_1 sind nun durch die Zwischenzeit $t_2 - t_1 = \Delta m$ der Messungen der zwei Sonnenstände Σ_1 und Σ_2 zwei Punkte in ihrem gegenseitigen Abstande, nicht aber in ihrer Lage zur Mittagslinie, gegeben. Ihnen entsprechen im Kegelschnitt K_2 die zwei Punkte Σ'_1 und Σ'_2 zentralperspektivisch mit der Kegelspitze c als Augpunkt. Durch die Schattenlängen $F \Sigma'_1 = a$ und $F \Sigma'_2 = b$ des Gnomons der bekannten Höhe $F c = q$ und den Fußpunkt F desselben auf der Horizontalebene darf $\Delta F \Sigma'_1 \Sigma'_2$ als gegeben be-

trachtet werden, ebenso in $K_1 \Delta c_1 \Sigma_1 \Sigma_2$. K_1 und K_2 liegen in zwei Ebenen E_1 und E_2 (Horizont und Äquator), die den Winkel $90° - \varphi$ miteinander bilden, wenn φ die in der Douwesschen Aufgabe gesuchte Polhöhe ist. Die geometrische Lösung läuft somit auf die Ermittlung des Winkels dieser zwei Ebenen hinaus. Dazu bedarf es der Kenntnis der Lage je dreier entsprechender Punkte in E_1 und E_2. Zunächst lassen sich die senkrechten Abstände der Σ'_1 und Σ'_2 von E_1 leicht angeben, es ist nämlich:

$$\Sigma'_1 \Sigma''_1 = r \cdot \text{tang}\, \delta \quad - q \cdot \sin \delta \quad \cdot \text{cosec}\, h' = r \cdot \text{tang}\, \delta \quad - \sin \delta \quad \cdot \sqrt{a^2 + q^2}$$

$$\Sigma'_2 \Sigma''_2 = r \cdot \text{tang}\, \delta_{\odot} - q \cdot \sin \delta \quad \cdot \text{cosec}\, h'' = r \cdot \text{tang}\, \delta \quad - \sin \delta \quad \cdot \sqrt{b^2 + q^2}.$$

Wäre nun F im Raume bekannt, so ließe sich damit die Spur S von E_2 auf E_1 ermitteln. Nun liegt aber F einerseits auf einer zu $\Sigma'_1 \Sigma'_2$ senkrechten Kreislinie L, deren Mittelpunkt der Fußpunkt f der zu $\Sigma'_1 \Sigma'_2$ gehörigen Dreieckshöhe und deren Halbmesser gleich der Länge dieser Höhe F f ist, anderseits liegt F aber auch auf einer Kugelfläche mit dem Mittelpunkt c und einem Halbmesser = der Höhe q des Gnomons.

1. Für eine rein zeichnerische Lösung unseres Problems nach den Methoden der deskriptiven Geometrie wählt man nun am besten die Aufrißebene parallel $\Sigma'_1 \Sigma'_2$ und verschiebe dann die Grundrißebene E_1 um den senkrechten Abstand $\Sigma''_1 \Sigma'_1$, so daß also Σ'_1 im Aufriß in den Durchschnitt T der zwei Ebenen zu liegen kommt, während der Vertikalabstand von Σ'_2 zu

$$\Sigma'_2 \sigma = \frac{2\, q \sin \delta_{\odot}}{\sin h' \cdot \sin h''} \cdot \sin \frac{h'' - h'}{2} \cdot \cos \frac{h'' + h'}{2}$$

wird (Fig. 2, Taf. 19). Die Entfernung der Aufrißebene von $\Sigma'_1 \Sigma'_2$ ist beliebig; nach ihrer Wahl richten sich die Abstände der Punkte Σ''_1, Σ''_2 und c_1 von T. Wir wollen ferner der Einfachheit halber für Grund- und Aufriß der 2 Sonnenpositionen die Bezeichnungen beibehalten, welche ihnen in der räumlichen Anschauungsfigur 1, Taf. 19, zukommen. Jetzt konstruiere man zuerst im Aufriß das gegebene Dreieck $\Sigma'_1 F \Sigma'_2$; die durch F zu $\Sigma'_1 \Sigma'_2$ geführte Senkrechte V_2 (Schnittpunkt mit $\Sigma'_1 \Sigma'_2$ ist f in Fig. 1, Taf. 19) stellt dann die Aufrißspur der Kreisebene L dar, in welcher F liegen muß. Eine Kugel um c als Mittelpunkt mit dem gegebenen Halbmesser F c = q liefert in der Ebene V_2 eine Kreislinie M, welche den Punkt F gleichfalls enthält. Durch Umlegung der Ebene V_2 um ihre Grundrißspur U_1, welche senkrecht auf $\Sigma''_1 \Sigma''_2$ (Fig. 2, Taf. 19) stehen muß, ergibt sich zunächst der Kreis L_3, mit dem Mittelpunkt f_3 und dem Radius $f_3 F_3 = f_3 F'_3 = f_2 F$, ferner die Kreislinie M_3 mit d_3 als Mittelpunkt und $d_3 e_3 = d_3 g_3 = cF = q$ als Halbmesser. L_3 und M_3 liefern nun 2 Schnittpunkte: F_3 und F'_3, denen in Grund- und Aufriß die Punkte F_1 und F'_1 bzw. F_2 und F'_2 entsprechen. Damit sind aber auch zwei Ebenen im Raume möglich, welche den Punkt F mit dem verlangten Abstand q von c enthalten, und ihre Spuren S_1 und S'_1 sind, wie aus Fig. 2, Taf. 19, leicht ersichtlich, in der bekannten Weise ermittelt.

Jetzt besteht keine Schwierigkeit mehr, die Neigungen der 2 Ebenen im Raume zu E_1 oder der dazu parallelen Grundrißebene durch Σ'_1 (Fig. 1, Taf. 19), d. h. die geforderten Winkel φ_1 und φ_2 zu eruieren. Legt man nämlich durch Σ'_2 eine Ebene, senkrecht zur Spur S, so enthält sie ein bei Σ''_2 rechtwinkliges Dreieck $\Sigma_2 \Sigma''_2 S_2$, dessen Katheten aber bekannt sind und welches bei Σ'_2 die gesuchte Polhöhe φ enthält. In Fig. 2, Taf. 19, ist dies auf der nach Σ'_1 verschobenen Grundrißebene, wodurch jedoch nichts geändert wird, durchgeführt. Durch Abtragen von $\Sigma'_2 \sigma$ in den Fußpunkten S_2 und S'_2 der von Σ''_2 nach den Spuren S_1 und S'_1 gefällten Lote erhalten wir die zwei rechtwinkligen Dreiecke $\Sigma''_2 S_2 \sigma$ und $\Sigma''_2 S'_2 \sigma$, und somit die zwei verschiedenen Winkel φ_1 und φ_2 als die gesuchten Lösungen der bekanntlich quadratischen Aufgabe.

2. Für eine analytisch-geometrische Behandlung sei die Kegelspitze c Anfangspunkt eines rechtwinkligen Koordinatensystems, dessen X- und Y-Achse in der Ebene E_3 ($E_3 \parallel E_1$, siehe Fig. 1, Taf. 19) liegen und dessen Z-Achse mit derjenigen des Kegels zusammenfällt. Die X-Achse legt man wohl am bequemsten

Digitized by Google

parallel zur Halbierungslinie $c_1 \Sigma$ des gegebenen Winkels m. Dann lassen sich in dem so orientierten Koordinatensystem die Koordinaten der zwei Punkte Σ'_1 und Σ'_2, nämlich x_1, y_1, z_1 bzw. x_2, y_2, z_2, leicht angeben. Man hat nämlich:

$$\Sigma_1 \Sigma''_1 = \Sigma'_1 \Sigma''_1 \cdot \operatorname{tang} \delta_\odot$$

oder nach früheren:

$$\Sigma_1 \Sigma''_1 = r \cdot \operatorname{tang}^2 \delta_\odot - q \cdot \sin \delta_\odot \cdot \operatorname{tang} \delta_\odot \cdot \operatorname{cosec} h'$$

$$c_1 \Sigma''_1 = r - \Sigma_1 \Sigma''_1 = r(1 - \operatorname{tang}^2 \delta_\odot) + q \cdot \sin \delta_\odot \cdot \operatorname{tang} \delta_\odot \operatorname{cosec} h'$$

$$= \frac{r \cdot \cos 2\delta_\odot}{\cos^2 \delta_\odot} + q \cdot \sin \delta_\odot \operatorname{tang} \delta_\odot \operatorname{cosec} h' \;;$$

ferner

$$\frac{x_1}{c_1 \Sigma''_1} = \cos \frac{m}{2},$$

mithin

$$x_1 = \cos \frac{m}{2} \cdot \left[r \cdot \frac{\cos 2\delta_\odot}{\cos^2 \delta_\odot} + q \cdot \sin \delta_\odot \operatorname{tang} \delta_\odot \operatorname{cosec} h' \right],$$

und ebenso

$$x_2 = \cos \frac{m}{2} \cdot \left[r \cdot \frac{\cos 2\delta_\odot}{\cos^2 \delta} + q \cdot \sin \delta_\odot \operatorname{tang} \delta_\odot \operatorname{cosec} h'' \right],$$

folglich auch

$$y_1 = \sin \frac{m}{2} \cdot \left[r \cdot \frac{\cos 2\delta_\odot}{\cos^2 \delta_\odot} + q \cdot \sin \delta_\odot \operatorname{tang} \delta_\odot \operatorname{cosec} h' \right]$$

$$y_2 = \sin \frac{m}{2} \cdot \left[r \cdot \frac{\cos 2\delta_\odot}{\cos^2 \delta} + q \cdot \sin \delta_\odot \operatorname{tang} \delta_\odot \operatorname{cosec} h'' \right]$$

und endlich

$$z_1 = q \cdot \sin \delta_\odot \operatorname{cosec} h'$$

$$z_2 = q \cdot \sin \delta \quad \operatorname{cosec} h''.$$

Die Gleichung von E_1 ist: $z = c\,c_1$ oder: $z - r \cdot \operatorname{tang} \delta_\odot = 0$.

Zur Herleitung der Gleichung für E_2, die durch Σ'_1 und Σ'_2 gehen muß, kann man von den Gleichungen zweier Ebenen durch Σ'_1 und Σ'_2 ausgehen, von denen die eine parallel der Z-, die andere parallel der Y-Achse ist. Die erste ist von der Form:

$$A x + B y + D = 0;$$

für Σ'_1 und Σ'_2 lautet sie dann

$$A x_1 + B y_1 + D = 0$$
$$A x_2 + B y_2 + D = 0.$$

Diese drei homogenen Gleichungen zwischen den drei unbekannten Größen A, B, D können bekanntlich nur dann gleichzeitig bestehen, wenn

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \end{vmatrix} = 0, \quad \text{oder:} \quad x(y_1 - y_2) + y(x_2 - x_1) + x_1 y_2 - y_1 x_2 = U = 0 \text{ ist.}$$

Ganz entsprechend folgt auch

$$x(z_1 - z_2) + z(x_2 - x_1) + x_1 z_2 - z_1 \cdot x_2 = V = 0$$

für die Ebene parallel der Y-Achse. Das Ebenenbündel durch Σ'_1 und Σ'_2 wird somit dargestellt durch:

$$U + \lambda \cdot V = 0$$

oder

$$x \cdot \left[y_1 - y_2 + \lambda (z_1 - z_2) \right] + y \cdot (x_2 - x_1) + z \cdot \lambda \cdot (x_2 - x_1) + x_1 (y_2 + \lambda z_2) - x_2 (y_1 + \lambda z_1) = 0.$$

Bringt man diese Gleichung auf die Hessesche Normalform, so ist eben

$$q = \frac{x_1 (y_2 + \lambda z_2) - x_2 (y_1 + \lambda z_1)}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 (1 + \lambda^2) + \left[(y_1 - y_2) + \lambda (z_1 - z_2) \right]^2}} \quad \text{(Abstand d. Ebene } E_2 \text{ von c).}$$

Durch Potenzieren erhält man hieraus für λ die folgende quac Gleichung:

$$\lambda^2 \cdot \left\{x_1^2 z_2^2 + z_1^2 x_2^2 - 2\, x_1\, x_2\, z_1\, z_2 - q^2 \cdot \left[(x_1 - x_2)^2 + (z_1 - z_2)^2\right]\right\} +$$
$$\lambda \cdot \left[x_1^2 y_2 z_2 - 2\, x_1\, x_2\, (y_1 z_2 + z_1 y_2) + x_2^2 y_1 z_1 + 2\, q^2 \cdot (y_2 - y_1)(z_1 - z_2)\right] +$$
$$x_1^2 y_2^2 + x_2^2 y_1^2 - q^2 \cdot \left[(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - \right.$$

Die Wurzeln derselben sind:

$$\lambda_1 = \frac{-\beta + \sqrt{\beta^2 - 4\gamma}}{2\alpha} \quad \text{und} \quad \lambda_2 = \frac{-\beta - \sqrt{\beta^2 - 4\gamma}}{2\alpha},$$

wenn α und β die Faktoren von λ^2 bzw. λ bedeuten und ebenso γ zur Ab das Absolutglied vorstehender Gleichung bezeichnet.

Diese zwei Werte von λ bestimmen in unserm Ebenenbündel zwei Eb

$$x\left[y_1 - y_2 + \lambda_1 (z_1 - z_2)\right] + y\,(x_2 - x_1) + z \cdot \lambda_1 \cdot (x_2 - x_1) + x_1 (y_2 + \lambda_1 z_2) - x_2 (y_1 + \lambda$$
$$x\left[y_1 - y_2 + \lambda_2 (z_1 - z_2)\right] + y\,(x_2 - x_1) + z \cdot \lambda_2 \cdot (x_2 - x_1) + x_1 (y_2 + \lambda_2 z_2) - x_2 (y_1 + \lambda$$

welche von c den verlangten Abstand q haben. Zu ihnen tritt nun E_1 Gleichung:

$$o \cdot x + o \cdot y + z - r \cdot \operatorname{tang} \delta_{\odot} = 0,$$

und wir erhalten nach der bekannten Formel für den Neigungswinke Ebenen, von denen man die Koeffizienten der drei Variabeln x, y, z ken: wir den Wert λ_1 nehmen:

$$\cos \varphi_1 = \frac{\lambda_1 (x_2 - x_1)}{\sqrt{\left[(y_1 - y_2) + \lambda_1 (z_1 - z_2)\right]^2 + (x_1 - x_2)^2 \cdot (1 + \lambda_1^2)}}$$

und ebenso

$$\cos \varphi_2 = \frac{\lambda_2 (x_2 - x_1)}{\sqrt{\left[(y_1 - y_2) + \lambda_2 (z_1 - z_2)\right]^2 + (x_1 - x_2)^2 \cdot (1 + \lambda_2^2)}},$$

wenn wir den Wert λ_2 berücksichtigen, als die zwei Ausdrücke für die g. geographische Breite.

Dies, wie wir glauben, eine von den übrigen Methoden abwei Behandlung der Aufgabe von Douwes, welche beweist, daß man aucl Problem ohne sphärische Trigonometrie, lediglich nach Art der alter verlassenen Gnomonik beikommen kann. Die erstere Lösung, die graphische, keine hohen Ansprüche auf Genauigkeit machen will — es daß die Konstruktion in großen Maßen ausgeführt wird — dürfte wohl theoretische Interesse haben, die zweite hingegen steht mit ihrer Formeln an praktischem Wert weit hinter den übrigen trigonometrisc leitungen zurück; schon die Berechnung der sechs Koordinaten der zw punkte Σ'_1 und Σ'_2 ist auf diese Art äußerst mühsam. Der Wert der an geometrischen Behandlung einer Aufgabe der nautischen und sph Astronomie darf, wenn eine solche überhaupt gelingt, eben nicht praktischen Brauchbarkeit gesucht werden.

Mülheim a. d. R. **C. S**

Sm	täglich
116	1.3
785	4.0
1350	12.4
1280	14.5
70	3.2
62	3.3
150	1.7
1800	1.0
1020	0.8
900, 800	4.7
3730	6.7
1650	7.0
110	2.4
3840	10.4
140	4.4
460	7.2
520, 630	2.7
9200, 1100, 250	7.3
1050	2.7
3000, 800, 120	5.5

parallel ratische
in dem
und Σ''_2

oder m

$_2)^2] = 0.$

ferner

mithin kürzung

enen E_2:
und eb $_1 z_1) = 0$
$_2 z_1) = 0,$
folglich mit der

l zweier
nt, wenn
und en

kann n
denen
ist vor esuchte

für Σ'_1 chende
diesem
längst
als rein
A, B, I sei denn,
einiges
großen
chen Ab-
ei Raum-
alytisch-
tärischen
in ihrer
für die
somit choy.
oder
$x \cdot [y$

Flaschenposten.

olgenden Flaschenpostzettel bei der Deutschen Seewarte

Gefunden von[1]	am	Ort[2]	Trift Tage	Richtung	Sm	täglich
Nordsee (und des Nördlichen Eismeeres).						
J. W. Blowers, Brown Ridge	9. 8. 1908	52.8° N-Br. 3.3° O-Lg.	11	SSO	45	4.1
Chrysolit, Fischer (Mar. Biolog. Laborat. Lowestoft)	23. 8. 1908	53.1° N-Br. 1.6° O-Lg.	4	SSO	12	3.
H. Kryne, Texel (C. Falkner, Davenport)	26. 8. 1906	53.1° N-Br. 4.7° O-Lg.	33	OzN / NO	1445 / 168	[illegible]
J. Buis, Eierland—Texel	5. 7. 1908	53.2° N-Br. 4.8° O-Lg.	2	SOzS	8	4.0
C. Postel, Westerdeichstrich—Büsum	7. 12. 1906	54.2° N-Br. 8.8° O-Lg.	7	NOzN	18	[illegible]
Finder unbekannt, Tornby (Ksrl. Kons. Hjörring)	3. 9. 1907	57.6° N-Br. 9.9° O-Lg.	32	OzS	160	5.0
A. J. Bragshad, Faksdal	10. 9. 1907	63.8° N-Br. 9.7° O-Lg.	45	OzN	250	5.6
H. Ullerud, Rørsen Helgeland	22. 9. 1907	65.7° N-Br. 11.8° O-Lg.	62	ONO	320	5.2
H. Brodwig, Tromsö (Ksrl. Kons. Tromsö)	12. 3. 1907	79.8° N-Br. 12.1° O-Lg.	225	O	16	—
Bereiche des Mittelmeeres.						
A. Ismail, Dernah	4. 7. 1908	32.8° N-Br. 22.7° O-Lg.	15	SO	200	13.3
L. Kobti, Bakhuk (Ksrl. Kons. Beirut)	3. 4. 1908	33.3° N-Br. 35.3° O-Lg.	91	OzS	187	2.1
tlantischen Oceans (und des Englischen Kanals).						
J. M. Victor, Regina (Franz. Kons. Hamburg)	21. 3. 1908	5.0 N-Br. 52.2° W-Lg.	55	W	1370	24.9
W. Davis, Viento Irio (Ksrl. Kons. Colon)	27. 4. 1907	9.4° N-Br. 76.0° W-Lg.	108	WzN / WzW / SzW	140 / 250 / 110	4.6
B. Pomair, Greytown (T. P. Bingham, San Juan del Norte)	9. 3. 1907	11.0° N-Br. 83.6° W-Lg.	51	WzS	390	7.7
G. Canton, San Juan del Norte (G. Bösch, Bluefields)	19. 4. 1905	11.1° N-Br. 83.8° W-Lg.	89	WzS	1370	15.4
V. Charles, Dennery Sa Lucia	30. 11. 1907	14.0° N-Br. 60.9° W-Lg.	29	W	330	11.4
S. French, Belize (Ksrl. Kons. Belize)	11. 5. 1907	17.2° N-Br. 87.7° W-Lg.	776	WzN	3070	4.0

in Klammern dem Namen des Finders beigefügt, falls die Flaschenpost

halb der einzelnen Ozeane, der geographischen Breite der Fundorte ent-

Lfde. Nr.	Ausgesetzt von	am	Ort	
18	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	2. 11. 1907	13.5° N-Br. 57.0° W-Lg.	B. Ba (Ksrl.
19	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	29. 11. 1907	15.9° N-Br. 61.5° W-Lg.	K. Wi (L. W
20	S. „Terpsichore“ G. Oellrich	22. 10. 1905	15.8° N-Br. 33.0° W-Lg.	M. Ri (Ksrl.
21	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	10. 12. 1906	17.0° N-Br. 67.8° W-Lg.	M. Ga (Ksrl.
22	S. „Roland“ C. Diercks	5. 6. 1906	21.5° N-Br. 30.5° W-Lg.	P. Dia (Ksrl.
23	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	26. 10. 1906	15.3° N-Br. 53.2° W-Lg.	J. Arg (Ksrl.
24	S. „Atlantic“ C. W. Stege	22. 5. 1905	24.1° N-Br. 38.3° W-Lg.	E. Neu (H. H.
25	S. „Adolf“ H. Schipmann	15. 3. 1903	20.7° N-Br. 36.4° W-Lg.	F. L. Cl (Savyer
26	D. „Cassel“ J. Jantzen	29. 6. 1907	26.5° N-Br. 88.0° W-Lg.	D. W.
27	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	3. 2. 1908	23.4° N-Br. 82.5° W-Lg.	J. B. I (Hydr.
28	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	20. 1. 1907	19.1° N-Br. 81.0° W-Lg.	R. L. I
29	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	22. 1. 1907	20.7° N-Br. 84.6° W-Lg.	B. D. F (Ksrl. I
30	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	5. 2. 1906	27.4° N-Br. 92.5° W-Lg.	O. Che (Ksrl. I
31	D. „Santa Catharina“ A. Barrelet	16. 9. 1907	42.4° N-Br. 9.9° W-Lg.	M. Ma (Ksrl. I
32	S. „Großherzog. Elisabeth“ R. Dreßler	27. 9. 1907	44.8° N-Br. 10.7° W-Lg.	Labak.
33	S. „Cassandra“ J. Christophersen	12. 7. 1906	48.0° N-Br. 13.0° W-Lg.	B. Fra (Service
34	D. „Portugal“ M. Nissen	17. 12. 1907	48.0° N-Br. 5.6° W-Lg.	F. de I (Ksrl. I
35	D. „Barbarossa“ C. v. Bardeleben	17. 11. 1907	50.5° N-Br. 21.1° W-Lg.	F. M. I (Ksrl. I
36	D. „Wangard“ A. Bruhn	17. 1. 1907	50.5° N-Br. 17.0° W-Lg.	G. Geo
37	D. „Portugal“ M. Nissen	21. 10. 1907	49.9° N-Br. 2.3° W-Lg.	W. Ste

Lfde. Nr.	Ausgesetzt von	am	Trift Tage	Richtung	Sm	täglich
			89	NO	116	1.3
38	D. „Altona“ R. Schuldt	22. 6. 1907	196	WzN	785	4.0
39	S. „Nereïde“ G. Windhorst	30. 4. 1906	109	W	1350	12.4
40	S. „Professor Koch“ W. C. A. Schütt	28. 4. 1906	88	W	1280	14.5
	IV					
41	S. „Pera“ O. Hildebrandt	10. 2. 1907	22	ONO	70	3.2
			19	SO	62	3.3
42	S. „Pirat“ H. Kähler	9. 4. 1908				
			86	O	150	1.7
43	D. „Wangard“ A. Bruhn	13. 3. 1907				
44	D. „Rhaetia“ L. Bußmann	7. 5. 1907				
			445	OSO	1800	4.0
45	D. „Santa Catharina“ A. Barrelet	27. 7. 1907	1317	SWzW	1020	0.8
46	S. „Pirat“ H. Kähler	11. 4. 1908	359	WSW / WzN	900 / 800	4.7
47	D. „Rhaetia“ L. Bußmann	5. 5. 1907	557	WzS	3730	6.7
			238	W	1650	7.0
48	D. „Sonneberg“ J. Renz	24. 6. 1906	46	SWzW	110	2.4
49	D. „Schwarzenfels“ A. Volkmann	20. 9. 1906	368	WzS	3840	10.4
50	D. „Kiel“ F. Parrau	9. 4. 1905	32	SW	140	4.4
51	D. „Magdeburg“ J. Renz	23. 5. 1907				
			64	WNW	460	7.2
52	S. „Herzogin Cecilie“ M. Dietrich	3. 3. 1907				
53	S. „Brunshausen“ W. Keppler	20. 7. 1899	426	WzS / SWzW	520 / 630	2.7
54	Forschungsdampfer „Scotia“	26. 1. 1904	1451	O½N / NzO / NWzN	9200 / 1100 / 250	7.3
			420	ONO	1050	2.5
55	D. „Rostock“ N. Trulsen	7. 10. 1905				
	VI.					
56	S. M. S. „Condor“	3. 1. 1907	690	O / ONO / OSO	3000 / 800 / 120	5.7
57	S. M. S. „Condor“	7. 1. 1907				

parallel ratische
in dem
und Σ'_2

oder m

$z_2)^2\Big| = 0$.

ferner

mithin kürzung

enen E_2:
und eb $_1 z_1) = 0$
$_2 z_1) = 0$,
folglich mit der

l zweier
nt, wenn
und en

kann n
denen
ist vor esuchte

für Σ'_1 chende
n diesem
n, längst
als rein
sei denn,
A, B, I einiges
n großen
chen Ab-
ei Raum-
alytisch-
ärischen
in ihrer
für die
somit
choy.
oder
$x \cdot [y$

Ort	Gefunden von	am	Ort	Trift Tage	Richtung	Sm	täglich
(Afrikanische Küste.)							
0.3° N-Br. 9.9° W-Lg.	R. Brinckmann, Cape Mount	2. 9. 1907	6.8° N-Br. 11.4° W-Lg.	72	NzW	400	5.6
3.0° N-Br. 26.0° W-Lg.	Co. Franç. de l'Afrique Occidentale, Rio Nunez	15. 8. 1906	10.1° N-Br. 14.7° W-Lg.	107	NOzO	820	7.7
5.5° N-Br. 25.0° W-Lg.	Finder unbekannt, Cacumba (C. Winters, Bremen)	16. 7. 1906	11.0° N-Br. 15.2° W-Lg.	79	ONO	685	8.7
7. Im Bereiche des Südatlantischen Ozeans.							
3.7° S-Br. 31.0° W-Lg.	G. von Linde, Gurupy (Kapt. F. Sachse, D. »Rio Negro«)	3. 4. 1907	0.9° S-Br. 46.3° W-Lg.	52	WzN	960	18.5
9.5° S-Br. 30.0° W-Lg.	F. P. dos Santos, Ceará (Ksrl. Kons. Ceará)	26. 5. 1908	3.7° S-Br. 38.5° W-Lg.	47	NW / WzN	480 / 170	13.8
8.2° S-Br. 32.2° W-Lg.	C. Garcia, Rio Grande do Norte (Ksrl. Kons. Pernambuco)	31. 3. 1907	5.8° S-Br. 35.2° W-Lg.	18	NW	240	13.3
10.9° S-Br. 36.4° W-Lg.	G. H. Goncalvez Barrozo, S. Christovao (Ksrl. Kons. Bahia)	1. 10. 1907	11.1° S-Br. 37.2° W-Lg.	147	WzS	60	0.4
14.7° S-Br. 37.1° W-Lg.	C. Cesidio, Santos Marques	10. 8. 1907	15.2° S-Br. 39.1° W-Lg.	14	WzS	120	8.6
14.8° S-Br. 34.0° W-Lg.	A. Henking, Belmonte (Ksrl. Kons. Bahia)	21. 5. 1908	16.0° S-Br. 39.0° W-Lg.	40	WzS	310	7.8
16.2° S-Br. 38.5° W-Lg.	J. Bernardino, Corombo Prado (Ksrl. Kons. Bahia)	16. 6. 1907	16.9° S-Br. 39.1° W-Lg.	42	SW	62	1.5
V. Im Bereiche des Indischen Ozeans.							
8.6° N-Br. 75.9° O-Lg.	M. Bell, Penang (Behn, Meyer & Co., Penang)	18. 9. 1907	10.4° N-Br. 98.5° O-Lg.	451	SO / ONO	300 / 1200	3.3
7.5° N-Br. 75.1° O-Lg.	A. S. Lembertu, Manuor (Ksrl. Vizekons. Colombo)	30. 10. 1906	8.5° N-Br. 79.5° O-Lg.	40	ONO	250	6.2
13.0° S-Br. 107.0° O-Lg.	A. Currie, Assumption Isl.	29. 3. 1907	9.7° S-Br. 46.5° O-Lg.	719	WzN	3600	5.0
35.3° S-Br. 121.0° O-Lg.	W. A. Turner, Corny Point (Ksrl. Kons. Pt. Adelaide)	10. 9. 1907	34.8° S-Br. 136.8° O-Lg.	110	O	750	6.8
39.6° S-Br. 135.3° O-Lg.	P. Carrison, Pt. Macdonnell	10. 5. 1908	38.0° S-Br. 140.8° O-Lg.	433	ONO	280	0.6
55.9° S-Br. 63.8° W-Lg.	O. H. Lightbody, Bridgewater	16. 11. 1905	38.2° S-Br. 141.1° O-Lg.	2310	OzN	8900	3.9
43.2° S-Br. 54.3° W-Lg.	Finder unbekannt, Bridgewater	4. 10. 1906	38.3° S-Br. 141.3° O-Lg.	982	O¼N	9000	9.2
41.6 S-Br. 76.5° O-Lg.	J. Cock, Pt. Phillip (Ksrl. Kons. Melbourne)	14. 12. 1906	39.5° S-Br. 144.8° O-Lg.	433	O¼N	3200	7.5
Im Bereiche des nördlichen Stillen Ozeans.							
7.4° N-Br. 154.8° O-Lg.	P. Nédélec, Mortlok (R. Mar. Amt, Berlin)	16. 3. 1907	5.6° N-Br. 153.8° O-Lg.	72	SSW	118	1.6
6.6° N-Br. 151.5° O-Lg.	M. Mandrik, Jaluit (R. Mar. Amt, Berlin)	20. 5. 1908	5.8° N-Br. 169.5° O-Lg.	499	O	1080	2.2

Nr.	Ausgesetzt von	am	Ort	Gefunden von	am	Ort	Trift Tage	Richtung	Sm	täglich
	S. M. S. „Condor“	28. 12. 1906	5.8° N-Br. 169.8° O-Lg.	Jitam, Majeru (R. Mar. Amt, Berlin)	27. 3. 1907	7.2° N-Br. 171.1° O-Lg.	89	NO	116	1.3
	S. M. S. „Condor“	26. 11. 1907	6.9° N-Br. 151.0° O-Lg.	Kinder in Maki, Yap (R. Mar. Amt, Berlin)	9. 6. 1908	9.5° N-Br. 138.1° O-Lg.	196	WzN	785	4.0
	S. M. S. „Condor“	27. 11. 1907	7.4° N-Br. 148.7° O-Lg.	E. B. Navarro, Dapá Surigao (R. Mar. Amt, Berlin)	15. 3. 1908	9.5° N-Br. 126.0° O-Lg.	109	W	1350	12.4
	S. M. S. „Condor“	1. 10. 1906	12.2° N-Br. 146.5° O-Lg.	J. Ungoy, Leyte (R. Mar. Amt, Berlin)	28. 12. 1906	10.8° N-Br. 125.2° O-Lg.	88	W	1280	14.5
62	S. „Nereïde“ G. Windhorst	25. 9. 1906	46.5° N-Br. 125.4° W-Lg.	N. Markusen, Tacoma (Ksrl. Kons. Seattle)	17. 10. 1906	47.0° N-Br. 123.9° W-Lg.	22	ONO	70	3.2
63	D. „Wangard“ A. Bruhn	20. 5. 1907	48.0° N-Br. 124.8° W-Lg.	Finder unbekannt, Greys Harbour (Hydr. Off., Washington)	8. 6. 1907	47.0° N-Br. 124.0° W-Lg.	19	SO	62	3.3
64	S. „Schürbek“ L. Beckmann	2. 1. 1907	47.0° N-Br. 127.6° W-Lg.	Indianerin Jessie, Keekian Bamfield (A. W. Neill, Alberni Dodgers Cove)	29. 3. 1907	47.1° N-Br. 124.0° W-Lg.	86	O	150	1.7
	V. Im Bereiche des südlichen Stillen Ozeans.									
65	S. „Hassia“ P. Bergeest	5. 12. 1905	4.6° N-Br. 132.2° O-Lg.	K. Hoerler, Ralum	23. 2. 1907	5.5° S-Br. 159.7° O-Lg.	445	OSO	1800	4.0
66	S. „Hercules“ O. Kessler	27. 8. 1903	1.6° N-Br. 172.9° O-Lg.	H. Walchmann, Bugotu (Ksrl. Kons. Sydney)	5. 4. 1907	8.1° S-Br. 159.3° O-Lg.	1317	SWzW	1020	0.8
67	S. M. S. „Condor“	15. 10. 1906	7.9° S-Br. 171.6° O-Lg.	Sina, Durnley Isl. (R. Mar. Amt, Berlin)	9. 10. 1907	9.6° S-Br. 143.7° O-Lg.	359	WSW / WzN	900 / 800	4.7
68	S. „Paul Isenberg“ D. W. Janssen	16. 4. 1906	3.6° S-Br. 119.8° W-Lg.	J. A. Keade, Nanna Levu	3. 11. 1907	16.2° S-Br. 180.1° W-Lg.	557	WzS	3730	6.7
69	S. M. S. „Condor“	17. 10. 1906	13.3° S-Br. 174.2° O-Lg.	Ch. Pagel, Kapt. (R. Mar. Amt, Berlin)	12. 6. 1907	16.7° S-Br. 145.6° O-Lg.	238	W	1650	7.0
70	S. M. S. „Condor“	21. 11. 1906	15.8° S-Br. 178.1° W-Lg.	Pila Seu, Bua, Fiji (R. Mar. Amt, Berlin)	6. 1. 1907	16.8° S-Br. 178.3° O-Lg.	46	SWzW	110	2.4
71	S. „Paul Isenberg“ D. W. Janssen	17. 4. 1906	2.1° S-Br. 120.7° W-Lg.	J. Gavidi, Cakandrove, Fiji (Ksrl. Kons. Levuka)	20. 4. 1907	16.8° S-Br. 177.8° O-Lg.	368	WzS	3840	10.4
72	S. „Peru“ C. W. Stege	7. 12. 1907	17.3° S-Br. 158.1° W-Lg.	C. Cameron, Aitutaki (Ksrl. Kons. Wellington N. S.)	8. 1. 1908	18.9° S-Br. 159.8° W-Lg.	32	SW	140	4.4
73	S. „Peru“ C. W. Stege	12. 12. 1907	22.8° S-Br. 167.4° W-Lg.	P. Tuikoloratu, Tonga Tapu (Hand. u. Plant. Ges. d. Südsee, Hamburg)	14. 2. 1908	20.8° S-Br. 176.0° W-Lg.	64	WNW	460	7.2
74	S. M. S. „Condor“	25. 10. 1906	14.8° S-Br. 174.3° W-Lg.	A. Gamille, Pingiane Isl. (R. Mar. Amt, Berlin)	25. 12. 1907	22.5° S-Br. 167.5° O-Lg.	426	WzS / SWzW	520 / 630	2.7
75	S. „Alsterthal“ D. Sanders	13. 3. 1903	57.1° S-Br. 66.9° W-Lg.	C. Rasmus, Bustard Head (Ksrl. Kons. Brisbane)	3. 3. 1907	24.0° S-Br. 151.8° O-Lg.	1451	O½N / NzO / NWzN	9200 / 1100 / 250	7.3
76	S. „Herzogin Cecilie“ M. Dietrich	8. 11. 1905	41.3° S-Br. 152.6° O-Lg.	H. Hoggard, Ahepara Beach (Ksrl. Kons. Auckland N. S.)	13. 12. 1906	35.2° S-Br. 173.0° O-Lg.	420	ONO	1050	2.5
77	S. „Professor Koch“ M. Mark	21. 6. 1906	42.4° S-Br. 90.4° O-Lg.	D. Baldick, Pt. Underwood (Ksrl. Kons. Wellington N. S.)	11. 5. 1908	41.2° S-Br. 174.3° O-Lg.	690	O / ONO / OSO	3000 / 800 / 120	5.7

Lfde. Nr.	Ausgesetzt			Gefunden			Trift			
	von	am	Ort	von	am	Ort	Tage	Richtung	Sm	täglich
78	S. **„Atlantic"** C. W. Stege	12. 5. 1906	41.7° S-Br. 138.3° O-Lg.	G. Cox, Stewart Isl. (Ksrl. Kons. Wellington N. S.)	3. 3. 1907	46.9° S-Br. 167.8° O-Lg.	295	OSO	1380	4.7
79	S. **„Undine"** C. Schönewitz	24. 4. 1906	47.5° S-Br. 83.2° W-Lg.	A. Llaiturez, Puerto Grille (Ksrl. Kons. Valparaiso)	13. 12. 1906	48.9° S-Br. 75.7° W-Lg.	203	OSO	360	1.8
80	**DeutscheSüdpol-Expedition**	15. 3. 1903	Kerguelen Isl.	Peildampfer »Frithjof« (Ksrl. Kons. Pta. Arenas)	15. 12. 1907	56.0° S-Br. 68.5° W-Lg.	1735	O¼S	8500	4.9

Kleinere Mitteilungen.

Seebeben. Kapt. H. Horn vom Viermaster »Persimmon« berichtet: »Am 4. September 1908 um $2^h\,30^{min}$ N. in 36° N-Br. und 35° W-Lg. bemerkten wir ein Seebeben, das ungefähr 5 Minuten anhielt. Es herrschte zur Zeit schönes Wetter, der Wind war NNW, Stärke 2, dabei leichter Seegang. Das Barometer zeigte keine Veränderung und stand auf 765 mm.« J.

Neuere Veröffentlichungen.

A. Besprechungen und ausführliche Inhaltsangaben.

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Herausgegeben von der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde. Besondere Mitteilungen Band I, Heft 1 und 2; Band II, Heft 1. 4°. Berlin 1906 u. 1907. E. S. Mittler & Sohn.

Außer den regelmäßigen Veröffentlichungen des Jahrbuchs für die Gewässerkunde Norddeutschlands, von denen bis jetzt die Beobachtungsergebnisse für die Abflußjahre 1901, 1902 und 1903 erschienen sind,[1] werden in zwangloser Reihenfolge besondere, mit graphischen Darstellungen reich ausgestattete Mitteilungen herausgegeben, welche wissenschaftliche Abhandlungen enthalten, die sich teils mit methodisch wichtigen Fragen, teils mit praktischen Studien über die Wassernutzung und Wasserabwehr beschäftigen. Bislang sind folgende Arbeiten erschienen:

Band I.

1. H. Bindemann: Die Verwertung der Häufigkeitszahlen der Wasserstände. (Mit 18 Abb. im Text.)
2. Dr. H. Mann: Das Hochwasser vom August/September 1813, seine Ursachen und sein Verlauf. (Mit 5 Beilagen.)
3. C. Ruprecht: Die Anlage von Hochwasser-Sammelbecken im Okergebiete. Nach dem Gutachten der Landesanstalt für Gewässerkunde vom 26. Januar 1904. (Mit 5 Beilagen.)
4. H. Keller: Niederschlag, Abfluß und Verdunstung in Mitteleuropa. (Mit 2 Beilagen.)
5. Dr. F. Vogel: Die Grundwasserstandsbewegung in der Niederung der Parthe. (Mit 6 Abb. im Text.)
6. Dr. K. Fischer: Die Sommerhochwasser der Oder von 1813 bis 1903, mit besonderer Behandlung der Hochwasser vom Juni/Juli 1902 und Juli 1903. (Mit 4 Abb. im Text und 16 Beilagen.)
7. P. Scholz: Geschwindigkeitsformeln für Havel und Spree. (Mit 2 Abb. im Text.)

Band II.

1. Dr. F. Vogel: Das unterirdische Wasser und die Quellen im Weser- und Emsgebiete. Ein Verzeichnis der einschlägigen Schriften mit Inhaltsangaben und Auszügen sowie mit einer zusammenfassenden Besprechung.

[1] Über den Inhalt dieser Veröffentlichungen siehe das Referat »Ann. d. Hydr. usw.« 1905 S. 328.

Digitized by Google

Da es hier nicht möglich ist, auf jede der einzelnen inhaltreichen Abhandlungen einzugehen, welche zum Teil auch rein praktische Fragen behandeln, so seien nur kurz die Ergebnisse der Untersuchungen von Keller und Fischer mitgeteilt.

Kellers Arbeit »Niederschlag, Abfluß und Verdunstung« behandelt die Beziehungen, welche im Jahresmittel zwischen diesen Faktoren in den einzelnen Flußgebieten des Flachlandes, Gebirgslandes und Hochgebirges bestehen. Unter kritischer Berücksichtigung der sich mit dem gleichen Problem beschäftigenden Arbeiten von Penck, Ule, Schreiber, Intze, Brückner usw. und unter Zugrundelegung der Tatsache, daß im Jahresmittel die Niederschlagshöhe der Summe der Meereszufuhr (im langjährigen Mittel gleich dem Abfluß zu setzen) und der Landverdunstung (Differenz zwischen Niederschlagssumme und Abfluß) entspricht, entwickelt der Verfasser die im Durchschnittsverhalten für die mitteleuropäischen Flußgebiete gültigen Abflußgesetze. Die gegebenen Formeln und graphischen Darstellungen gestatten, ohne Anspruch auf mathematische Genauigkeit zu machen, die einer bekannten Niederschlagsgröße durchschnittlich entsprechende Abflußgröße zu ermitteln, und geben die Grenzen an, bis zu welchen sich die Abweichungen der Sondergebiete bewegen können. Von den allgemeinere Bedeutung habenden Schlußfolgerungen, zu denen der Verfasser gelangt, seien nur die folgenden hier genannt: Mit der wachsenden Meereszufuhr nimmt die Niederschlagshöhe in großem, die Verdunstung in geringem Maße zu, oder mit wachsender Niederschlagshöhe findet eine starke Zunahme des Abflusses und eine geringe Zunahme der Verdunstung statt. Beim Durchschnittsverhalten der mitteleuropäischen Stromgebiete ist ein mittlerer Jahresniederschlag von 916 mm zu gleichen Teilen aus Meereszufuhr und Landverdunstung zusammengesetzt. Bei Gebieten mit kleinerer Niederschlagshöhe vergrößert sich der Anteil der Landverdunstung mit abnehmender Niederschlagshöhe rasch und ebenso wächst bei Gebieten mit größerer Niederschlagshöhe rasch der Anteil der Meereszufuhr mit zunehmendem Niederschlag. Zu ersteren Gebieten gehören namentlich die Gebiete des Flachlandes, zu letzteren die Hochgebiete des Gebirgslandes und die Alpenflußgebiete. — Hingewiesen sei besonders noch auf die Ableitung der jahreszeitlichen Unterschiede in den Beziehungen der einzelnen Faktoren.

Die Abhandlung von K. Fischer über die Sommerhochwasser der Oder von 1813 bis 1903 ist zum größten Teile dem Studium des Verlaufes der Hochwasser von Juni/Juli 1902 und Juli 1903, der diese verursachenden Niederschläge und ihrer Abflußmengen gewidmet. Der erste allgemeine Abschnitt, welcher die Gesamtheit der Hochwasser von 1813 bis 1903 behandelt, enthält einige Ergebnisse, welche weitergehendes Interesse beanspruchen.

Die Hochwasser des erwähnten, 90 Jahre umfassenden Zeitraumes lassen sich in drei Gruppen gliedern: 1813 bis 1855, 1856 bis 1879 und 1880 bis 1903. Die mittlere Gruppe 1856 bis 1879 scheidet sich merklich von den anderen Gruppen, da während dieses Zeitraumes kein bedeutenderes Hochwasser im Odergebiet aufgetreten ist. Daß dieses auf die Niederschlagsverhältnisse des betreffenden Zeitraumes in der Hauptsache zurückzuführen ist, zeigen die Verhältnisse in den benachbarten Gebieten der Elbe und Weichsel an, welche in diesen Jahren gleichfalls weniger Hochwasser aufweisen. Weiterhin läßt aber die Betrachtung der ersten Gruppe (1813 bis 1855) und der letzten Gruppe (1880 bis 1903) erkennen, daß eine Zunahme der Hochwasser in letzterem Zeitraum durch Veränderungen am Strom oder an den allgemeinen Abflußverhältnissen im Stromgebiet erfolgt ist. Einerseits ist die Häufigkeit der Hochwasser vor 1855 etwa halb so groß wie nach 1880, anderseits sind bei den letzteren Hochfluten die Entstehungsgebiete von geringerer Ausdehnung wie diejenigen von vor 1855, so daß, falls die Entstehungsgebiete der Hochwasser in Zukunft wieder eine größere Ausdehnung annehmen sollten, die seit 1880 beobachteten Hochfluten an Stärke noch überboten werden könnten.

Den Zusammenhang der Hochwasserhäufigkeit mit Witterungsvorgängen zeigen in erster Linie die Untersuchungen Kremsers über die Schwankungen der Lufttemperatur in Norddeutschland; aus diesen geht hervor, daß die Lufttemperatur in Ostdeutschland von der Mitte der 50er bis zur Mitte der 70er Jahre vorwiegend unter dem langjährigen Mittelwert lag, daß also zu der Zeit geringer Hochwasserhäufigkeit in Ostdeutschland die Temperatur negative Abweichung vom Mittelwert zeigte, während Westdeutschland zu dieser Zeit positive Abweichung hatte, die Temperaturdifferenz zwischen Westen und Osten also verstärkt war. Eine Zusammenstellung Fischers über die Abweichung vom normalen Temperaturunterschied zwischen Westen und Osten ergibt, daß diese durchweg über der Normalen von der Mitte der fünfziger Jahre bis 1880 liegt und von 1881 an dauernd unter der Normalen sich befindet. Auch zeigen die Hochwassererscheinungen, wie schon Kassner nachgewiesen hat, einen gewissen Zusammenhang mit den Maxima und Minima der Sonnenfleckenhäufigkeit, jedoch ist dieser vorläufig noch nicht durchgängig nachzuweisen.

Bezüglich der weiteren, meist auf die Abwehr der Hochwasser hinzielenden Untersuchungen des Verfassers sei auf die Arbeit selbst verwiesen. W. Brennecke.

B. Neueste Erscheinungen im Bereich der Seefahrt- und der Meereskunde sowie auf verwandten Gebieten.

a. Werke.

Witterungskunde.

Hann, J.: *Zur Meteorologie der Adria.* 8°. 36 S. Wien 1908. A. Hölder. 0.30 *M*

Meeres- und Gewässerkunde.

Hochwasser-Meldeordnung f. d. Oder u. ihre Nebenflüsse. 2. vollständ. umgearb. Ausgabe. V. Nachtrag. 8°. 16 S. Breslau 1908. W. G. Korn. 0.25 *M*

Defant, A.: *Über die stehenden Seespiegelschwankungen (Seiches) in Riva am Gardasee.* 8°. 84 S. m. 7 Fig. Wien 1908. A. Hölder. 2.85 *M*

Reisen und Expeditionen.

Südpolar-Expedition, deutsche, 1901—1903. Im Auftrage d. Reichsamtes des Innern hrgb. v. E. v. Drygalski. Fol. Berlin. G. Reimer. 1. Bd. *Geographie.* 2. Heft. Domke, J.: Zeit- und Ortsbestimmungen. nebst Erörterungen über die Meer- und Eisfahrt des »Gauß« von E. v. Drygalski. Mit Taf. XIV u. 18 Abbild. (S. 97—281). Subskr. Pr. 24 ℳ, Einzelpr. 29 ℳ 10. Bd. *Zoologie.* II. Bd. 2. Hft. Müller, G. W.: Die Ostracoden. Mit Taf. IV—XIX u. 45 Abbildg. (S. 51—181). Subskr. Pr. 24 ℳ, Einzelpr. 29 ℳ

Gildemeister, A.: *Auf einem Segelschiffe rund Kap Horn.* Mit einem Vorwort von Vizeadmiral a. D. R. Werner. 2. veränd. Aufl. 8°. XV, 186 S. m. 1 Taf. u. 1 Karte. Berlin 1908. D. Reimer. Gbd. 3.50 ℳ

Terrestrische und astronomische Navigation.

Bortfeld, J.: *Schiffs-Taschenbuch.* 5. Aufl. 12°. 224 S. Leipzig 1908. M. Heinsius. 3.00 ℳ

Albrecht, Th.: *Formeln und Hilfstafeln für geographische Ortsbestimmungen.* 4. Aufl. 8°. VIII. 348 S. Leipzig 1908. W. Engelmann. 20.00 ℳ

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

British Admiralty: *The Mediterranean Pilot.* Vol. IV. 4th edit. XXIV, 384 p. London 1908. J. D. Potter. 4 sh. 6 d.

— —: *Alaska and Bering Sea Pilot including northeast coast of Sibiria.* 2d edit. XXVI, 620 p. Ebenda. 4 sh. 6 d.

— —: *Supplement 1908, relating to Africa Pilot, Part III.* 7th edit. 1905. 8°, 31 p. Ebenda. 3 d.

— —: *Supplement 1908, relating to the South America Pilot, Part II.* 9th edit. 1905. 8°, 36 p. Ebenda. 4 d.

U. S. Coast and Geodetic Survey: *Supplement to first edit. U. S. Coast Pilot, Pacific Coast, California, Oregon and Washington.* 8°. 15 p. Washington 1908. Government Printing Office.

— — —: *Supplement to third edit. U. S. Coast Pilot, Atlantic Coast, Part VI. Chesapeake Bay and Tributaries.* 8°. 6 p. Ebenda.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Reed's practical hints to officers of merchant steamers. 5th edit., revised and enlarged. 8°. 238 p. Simpkin. 2 sh. 6 d.

Bernard, D. H.: *The nautical telegraph code book and postal guide. For officers in the mercantile marine.* 12°. 180 p. J. Brown. 2 sh. 6 d.

Handelsgeographie und Statistik.

Vorsteheramt der Kaufmannschaft in Danzig: *Danzigs Handel, Gewerbe und Schiffahrt im Jahre 1907.* II. Teil: Statistik. 8°. 104 S. Danzig 1908. A. W. Kafemann.

Olep, H.: *Die Seehafenstadt Harburg. Einige Beiträge zum wirtschaftlichen Werdegang Harburgs.* 8°. 31 S. Harburg 1908. Selbstverlag. 1.00 ℳ

Verschiedenes.

Reventlow, E. Graf zu: *Die deutsche Flotte einst u. jetzt. Ein Volksabend.* 8°. 47 S. Gotha 1908. F. E. Perthes. 1.00 ℳ

Teucher, A.: *Die geophysikalischen Anschauungen Descartes'.* (Inaug. Dissertat.) 8°. 85 S. Niederlößnitz-Dresden 1908. A. Adam.

b. Abhandlungen in Zeitschriften, sonstigen fortlaufenden Veröffentlichungen und Sammelwerken.

Witterungskunde.

The Dawn of Meteorology. G. Hellmann. »Quart. Journ. Roy. Met. Soc.« 1908 Octob.

Meteorology at the British Association — Dr Shaw's Address. »Symons Met. Magaz.« 1908 Novemb.

The relation of the barometric pressure and the pulsation of the earth. (Japanisch.) N. Shimono. »Journ. Met. Soc. Japan« 1908 Nr. 9.

Winds of the globe. A few hints intended for board of trade candidates. »Naut. Magaz.« 1908 Novemb.

I cicloni dell' estremo oriente da 0° a 50° di latitudini Nord, con la teoria e l'uso del Baro-ciclometro Algué. D. Omodei. »Annal. Idrograf.« 1905/06 (Istit. Idrogr. d. l. Marina).

Über die Ermittelung des Winkels zwischen Gradient und Windrichtung. E. van Everdingen. »Verhandl. d. Dtsch. Physikal. Gesellsch.« 1908 Nr. 18/20.

Die Sturmgewitter des 20. Februar 1907 über Norddeutschland, die Stürme des Januar 1908 und die Wetterlage beim Wettflug der Luftballons am 10. Oktober 1908. W. Krebs. »Weltall« 1908 Novemb. 15.

West India hurricane: September 1908. »Monthl. Met. Charts. North Atlantic« (London) 1908 Decemb.

Remarkable typhoons of: July 8—11, July 25—27, August 18—21, August 27—September 1, September 14—18 and October 3—6 1904. »Annual Report Centr. Met. Observat. Japan« 1904 Part II.

The Hongkong typhoon, Septemb. 18, 1906. L. Gibbs. »Quart. Jour. Roy. Met. Soc.« 1908 Octob.
Sur un orage à grêle ayant suivi le parcours d'une ligne d'énergie électrique. M. J. Violle. »Annuaire Soc. Météorol. de France« 1908 Août.
An elementary explanation of correlation: illustrated by rainfall and depth of water in a well. R. H. Hooker. »Quart. Journ. Roy. Met. Soc.« 1908 Octob.
Upper air observations in Egypt. B. F. E. Keeling. Ebenda.
Ballons-sondes im Finnischen Meerbusen 27/7.—1/8. 1908. »Meteorol. Bote« (Russ. Sprache) 1908 Nr. 9.
Aërologie. A. E. Rambaldo. »Marineblad« 1908 23. Jaarg. 4. a. 5. Aflev.
Recherches sur la présence des gaz rares dans l'atmosphère à divers hauteurs. Teisserenc de Bort. »Annuaire Soc. Météorol. de France« 1908 Août.
Beobachtungen der atmosphärischen Radioaktivität vom Freiballon aus. Flemming. »Physik. Ztschr.« 1906 Nr. 23.
Les variations séculaires du climat de Varsovie. H. Arctowski. »Bullet. Soc. Belge d'Astron.« 1908 Nr. 9/10.
Weather prediction. A. B. Mac Dowall. »Symons Met. Magaz.« 1908 Novemb.
Zur Entstehung und Voraussage der Gewitter. W. Peppler. »Das Wetter« 1908 Oktob.
Verslag over de werking van de stormwaarschuwingsdienst gedurende het tijdvak van 1 April 1907 tot 1 April 1908. »De Zee« 1908 Nr. 11.
Eenige bemerkingen naar aanleiding der mededeelingen der afdeeling Oceanographie en Maritieme Meteorologie en der gewijzigde instructie van het Meteorologisch Journaal. W. A. de Wijn. Ebenda.

Meeres- und Gewässerkunde.

The north and south equatorial currents in the Caribean Sea. »Pilot Chart North Atlantic« (Wash.) 1908 Novemb.
Correnti marine incontrate nelle traversate da Kingston a Port-of-Spain e da Port-of-Spain a Bahia. A. Alessio. »Annal. Idrograf.« 1905/06 (Istit. Idrogr. d. l. Marina).
Correnti riscontrate fra Honolulu a Suva. (Rapporti della R. a Nave »Calabria«). E. Mavenco. Ebenda.

Reisen und Expeditionen.

Sur les résultats des travaux de la mission scientifique de N. M. Knipović et S. A. Pavlovič dans la Mer Baltique. N. Nasonov. (Russisch.) »Bullet. Acad. Imp. Pétersbourg« 1908 Nr. 15.
Sur les résultats des travaux de la mission scientifique de K. P. Jagodovskij dans la Mer Noire. N. Nasonov. (Russisch.) Ebenda.
The swedish Magellanian Expedition, 1907—09: Preliminary reports. C. Skottsberg. »Geograph. Journ.« 1908 Novemb.
The first circuit round Africa, and the supposed record of it. W. M. Flinders Petrie. Ebenda.
Die »Danemark«-Expedition nach Ostgrönland 1906—1908. »Petermann's Mitteil.« 1908 Nr. IX.
L'utilité scientifique des expéditions au pôle Sud. »Ciel et Terre« 1908 Nr. 18.

Fischerei und Fauna.

The fourth international Fishery Congress. »Science« 1908 Octob. 30.
Het vierde internationale visscherij-congres. P. P. C. Hoek. »Mededeel. over Visscherij« 1908 Oktober.
Het internationaal onderzoek der zee en de vangst van schol in de Noordzee. II. P. P. C. Hoek. Ebenda.
De la pesca. R. Bullón. »Rev. Gener. de Marina« 1908 Octubre.
Memorandum on the vitality of travel-caught-fisch. »Public. de Circonstance« Nr. 42 (Conseil Perm. Internat. p. Explorat. d. l. Mer).
Biologie de l'Anguille (III—IV—V). »Rev. Marit.« 1908 Août.
École des pêches d'Ostende. Ebenda.

Physik.

Observations on the colour of lightning made at Epsom, 1903 to 1907. »Quart. Journ. Roy. Met. Soc.« 1908 Octob.
Perturbations dans la charge terrestre. A. Nodon. »Comptes Rendus« 1908 T. CXLVII Nr. 15.
Sur l'induction et la cause probable des aurores polaires. P. Villard. Ebenda Nr. 17.

Instrumenten- und Apparatenkunde.

Ein Apparat zur Aufsuchung regelmäßiger Wellen im Luftdruck. W. Schmidt. »Annal. d. Physik« 1908 Nr. 12.
Über Gnomone und Sonnenuhren, ihre Geschichte und Literatur. J. Drecker. »Verhandl. Dtsch. Physik. Gesellsch.« 1908 Nr. 18/20.
Der Fluidkompaß und die Kompasse der Fischdampfer. »Hansa« 1908 Nr. 46.
Appareil pour la réception des signaux horaires radiotélégraphiques à bord des bâtiments. C. Tissot et F. Pellin. »Comptes Rendus« 1908 Tome CXLVII Nr. 18.

Terrestrische und astronomische Navigation.

The new lunar and its limits of accuracy. H. B. Goodwin. »Naut. Magaz.« 1908 Novemb.
Die Abbildung der Kugelkreise in der Mercatorkarte und die Höhenkurven. F. Schicht. »Mitteil. a. d. Geb. d. Seewesens« 1908. XI.

Küsten- und Hafenbeschreibungen.

The Port of Manchester: The influence of a great canal. J. M'Farlane. »Geograph. Journal« 1908 Novemb.
Notizie particolari sullo stato tecnico dei porti dell' Algeria. »Annal. Idrograf.« 1905/06 (Istit. Idrogr. d. l. Marina).
Navigazione nei canali della Terra del Fuoco a negli stretti di Magellano. A. Del Buono. Ebenda.
Navigazione da Bahia a Vittoria. F. Mazzinghi. Ebenda.
Da Valparaiso a Montevideo passando pei canali della Patagonia e per lo Stretto di Magellano, Puerto Bueno, Otter Bay, Canale di Magellano. T. Caracciolo di Forino. Ebenda.

Schiffsbetrieb und Schiffbau.

Nebel-Kurssignale. »Hansa« 1908 Nr. 46.
The importance of modern signalling. W. S. Davenport. »Naut. Magaz.« 1908 Novemb.
Nautische Interessen — »Internationaler Funkentelegraphen-Vertrag« und »Nationale funkentelegraphische Sonderbestimmungen«. Ulderup. »Hansa« 1908 Nr. 47.
Ruderverlust des Schnelldampfers »Kaiser Wilhelm der Große«. »Hansa« 1908 Nr. 44.
Vermindertes Drehvermögen des Schiffskörpers bei rückwärtsarbeitender Maschine. »Hansa« 1908 Nr. 45.
Untergang und Hebung des englischen Kreuzers »Gladiator«. »Mar. Rundschau« 1908 Nov.
De toekomst voor de ijzeren schepen. »De Zee« 1908 Nr. 11.
Electricity and navigation. XI. A. E. Battle. »Naut. Magaz.« 1908 Nov.
Über den elektrischen Antrieb des Schiffssteuers. A. Stauch. »Schiffbau« 1908, 10. Jahrg. Nr. 2.
Turbo-elektrischer Antrieb von Dampfern. »Hansa« 1908 Nr. 44.
Mesurage des espaces situés au-dessus du pont supérieur à bord des navires anglais. »Rev. Marit.« 1908 Août.
Der Schiffbau in der Türkei. P. Martell. »Schiffbau« 1908, 10. Jahrg. Nr. 2.
Über die Entwicklung der Schiffskessel. F. Romberg. Ebenda.
Entwicklung des Motorbootes. O. Kretschmer. »Schiffbau« 1908 Nov. 11.

Handelsgeographie und Statistik.

Die Seeschiffahrt im Jahre 1907. »Statist. d. Dtsch. Reiches« Bd. 187 Teil I.
Extrait des tables montrant le progrès de la marine de commerce dans le Royaume-Uni et dans les principaux pays maritimes. »Rev. Marit.« 1908 Août.
Schiffsverkehr im Jahre 1907 in: Alloa (Großbritannien), Boness (Großbritannien), Candia, Canea, Kreta (i. d. kretensischen Häfen), Patras, Pernau, Rethymo, Suda, Anping, Formosa, Kilung, Takao, Tamsin, Zanzibar, Bahia, Caleta Buena, Iquique u. São Luiz do Maranhão (Brasilien). »Dtsch. Handels-Archiv« 1908 Oktob.
Verkehr deutscher Schiffe im Jahre 1907 in: Fraserburgh, Newcastle on Tyne, Peterhead, Makassar, Mahé, Vancouver u. Honolulu. Ebenda.
Handel und Schiffahrt im Jahre 1907 in: Dänemark u. Southhampton. Ebenda.

Gesetzgebung und Rechtslehre.

Veroordeeling op grond van artikel 29, bij eene aanvaring tijdens mist. P. Cordia. »De Zee« 1908 Nr. 11.
Entscheidungen des Reichsgerichts. Free of particular average, unless the vessel be stranded.« »Hansa« 1908 Nr. 47.

Verschiedenes.

Seezeichen, Leuchtfeuer und Schallsignale des Atlantischen Ozeans in ihrem Zusammenhang und ihrer Bedeutung für Wirtschaft und Kultur. A. Hiebel. »Mitteil. Geogr. Gesellsch. Hamburg« Bd. XXIII. (Sdr.-Abdr. L. Friederichsen & Co., Hamburg. 6 ℳ)
Der Großschiffahrtweg Berlin—Stettin. M. Eckert. »Mar. Rundschau« 1908 Novemb.
Lo stato attuale della cartografia nautica Italiana ed i lavori delle future campagne idrografiche. P. Leonardi Cattolica. »Annal. Idrograf.« 1905/06 (Istit. Idrogr. d. l. Marina).
De harmonische formule. P. J. Smits. »De Zee« 1908 Nr. 11.
Variations des latitudes et tremblements de terre. de Montessus de Ballore. »Comptes Rendus« 1908 T. CXLVII Nr. 15.
Sur l'extraction des gaz rares de l'atmosphère. G. Claude. Ebenda.

Verleihung der Seewarten-Medaille mit Diplom.

In Anerkennung ihrer langjährigen treuen Mitarbeit an den Aufgaben der Deutschen Seewarte haben die nachstehenden Herren die Seewarten-Medaille nebst Diplom erhalten:

Die silberne Medaille:

Herr Kapitän G. Koopman, Bremen.
« « A. Siepermann, Hamburg.

Herr Navigationslehrer a. D. H. Skalweit, Barth.

Digitized by Google

Die bronzene Medaille:

Herr Kapitän A. Barenborg, Bremen.
« « E. Beyer, Danzig.
« « G. Bohndorf, Bremen.
« « S. Bucka, Hamburg.
« « C. Diercks, Bremen.
« « A. Fey, Hamburg.
Herr Kapitän R. Mehring, Hamburg.
« « J. Nickels, Hamburg.
« « J. Saelzer, Hamburg.
« « J. Schulte, Bremen.
« Inspektor Kapitän E. Susewind, Bremen.

Die Witterung an der deutschen Küste im Oktober 1908.[1])

Mittel, Summen und Extreme

aus den meteorologischen Aufzeichnungen der Normal-Beobachtungsstationen der Seewarte an der deutschen Küste.

Stations-Name und Seehöhe des Barometers	Luftdruck, 700 mm +: Mittel red. auf MN u. 45° Br.	Mittel: Abw. vom Mittel	Monats-Extreme red. auf MN u. 45° Br.: Max.	Dat.	Min.	Dat.	Lufttemperatur, °C: 8h V	2h N	8h N	Mittel	Abw. vom Mittel	Zahl der Frosttage (Min. < 0°)	Zahl der Eistage (Max. < 0°)
Borkum ..... 10.4 m	68.2	+ 8.5	76.1	22.	59.8	10.	8.7	12.7	10.2	10.0	+ 0.3	3	0
Wilhelmshaven . 8.5	68.8	+ 8.7	75.9	22.	60.5	10.	7.8	12.5	9.4	9.2	+ 0.1	3	0
Keitum 11.3	69.3	+ 9.9	77.0	22.	60.2	10.	8.8	11.7	9.2	9.9	+ 1.0	3	0
Hamburg 26.0	69.4	+ 9.0	76.5	19.	62.0	10.	6.7	12.5	10.1	9.1	+ 0.5	3	0
Kiel 47.2	69.4	+ 9.5	77.5	19.	61.2	10.	8.0	11.7	9.1	9.1	+ 1.1	2	0
Wustrow 7.0	69.7	+ 9.7	78.6	19.	60.4	4.	7.1	10.8	8.7	8.4	− 0.2	3	0
Swinemünde... 10.0	69.7	+ 9.1	79.3	19.	60.0	4.	7.6	11.7	8.9	8.8	+ 0.3	4	0
Rügenwaldermünde 6.9	70.0	+ 9.5	80.7	19.	57.7	4.	6.4	10.5	7.5	7.6	− 0.7	5	0
Neufahrwasser . 4.5	70.1	+ 9.3	81.9	19.	55.3	5.	6.9	11.1	8.2	8.3	+ 0.1	2	0
Memel 11.7	70.1	+ 9.8	84.0	19.	49.8	5.	6.2	9.7	7.3	7.2	− 0.5	4	0

Stat.	Temperatur-Extreme: Mittl. tägl. Max.	Mittl. tägl. Min.	Absolutes monatl. Max.	Tag	Min.	Tag	Temperatur-Änderung von Tag zu Tag: 8h V	2h N	8h N	Feuchtigkeit: Absolute, Mittl. mm	Relative, %: 8h V	2h N	8h N	Bewölkung: 8h V	2h N	8h N	Mitt.	Abw. vom Mittel
Bork.	13.4	7.9	22.9	3.	— 2.3	21.	1.8	2.0	2.2	8.4	92	80	89	4.8	3.8	3.7	4.1	−2.8
Wilh.	13.3	6.4	22.0	3. u. 4.	— 3.9	21.	2.0	2.2	2.0	8.4	92	79	92	5.8	5.0	3.2	4.7	−2.2
Keit.	12.8	7.5	20.2	2.	— 2.1	21.	1.9	1.7	1.8	8.7	93	90	94	5.5	4.1	5.0	4.9	−2.1
Ham.	14.0	6.2	22.6	1.	— 3.5	21.	2.4	2.8	2.4	7.9	90	76	85	6.7	3.8	3.6	4.7	2.6
Kiel	12.9	6.9	21.1	2.	— 1.9	21.	2.2	1.9	2.0	7.9	91	82	91	5.9	4.6	4.3	4.9	−2.3
Wus.	11.7	6.3	18.2	1.	— 2.0	20.	3.6	2.5	2.5	7.7	91	83	92	6.5	4.7	4.2	5.1	−2.1
Swin.	12.3	6.2	22.9	1.	— 3.6	20.	2.2	2.4	2.0	7.7	90	75	85	6.5	4.4	4.5	5.2	−1.8
Rüg.	11.1	4.9	18.6	14.	— 5.3	23.	2.7	2.2	2.4	7.2	92	79	87	5.4	5.1	5.5	5.3	−1.6
Neuf.	12.1	5.7	21.4	1.	— 1.4	20.	3.0	2.9	2.0	6.9	84	71	81	5.6	4.8	5.2	5.2	−1.8
Mem.	11.1	5.5	18.0	1.	— 5.7	20.	2.9	1.9	2.4	6.8	88	74	84	5.9	5.5	5.9	5.8	−1.4

Stat.	Niederschlag, mm: V–N	N–V	Summe	Abweich. vom Norm.	Max.	Dat.	Zahl der Tage: mit Niederschlag ≥ 0.2 mm	≥ 1.0	≥ 5.0	≥ 10.0	E. u. T.	Somm.-Tage	heiter, mittl. Bew. < 2	trübe, mittl. Bew. > 8	Windgeschwindigkeit, Meter pro Sek.: Mittel	Abw.	Sturmnorm	Daten der Tage mit Sturm
Bork.	1	2	3	— 83	1	22.	6	1	0	0	0	0	13	8	6.3	−2.0	16.5	19.
Wilh.	0	2	2	— 76	2	24.	2	1	0	0	0	0	9	5	—	—	12.5	keine
Keit.	0	4	4	−100	4	24.	2	1	0	0	0	0	9	9	3.8	—	12	keine
Ham.	2	4	6	— 70	4	24.	4	2	0	0	0	0	8	5	3.6	−1.7	12	keine
Kiel	0	5	5	— 77	3	24.	4	2	0	0	0	0	10	10	3.7	−1.7	12	keine
Wus.	6	3	9	— 56	6*	22.	2	2	1	0	0	0	10	11	1.7	−4.0	12	keine
Swin.	2	2	4	— 57	2	22.	3	2	0	0	0	0	6	9	2.2	−2.9	10.5	keine
Rüg.	2	6	8	— 58	7	22.	4	1	1	0	0	0	11	9	3.7	—	15	keine
Neuf.	4	5	9	— 46	3	22. 23.	5	3	0	0	0	0	7	10	4.4	—	12	5. 6.
Mem.	7	12	19	— 62	10	29.	5	5	1	1	0	0	7	11	4.8	—	12	2. 4. 5.

[1]) Erläuterungen zu den meteorologischen Monatstabellen siehe »Ann. d. Hydr. usw.« 1905, S. 143.

Stat.	Windrichtung, Zahl der Beobachtungen (je 3 am Tage)																	Mittl. Windstärke (Beaufort)		
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Stille	8h V	2h N	8h N
Bork.	4	0	9	0	9	11	32	8	6	1	7	0	0	0	1	0	5	2.0	2.1	1.8
Wilh.	2	4	6	7	9	12	14	7	12	3	1	2	1	1	0	0	12	3.0	2.2	2.7
Keit.	2	1	4	2	6	15	18	12	3	6	12	6	0	1	0	2	3	2.2	2.6	2.4
Ham.	1	5	3	10	13	25	5	7	2	1	0	13	1	1	0	2	4	2.3	2.8	2.4
Kiel	1	0	3	2	15	13	13	8	8	3	9	4	5	0	2	1	6	1.5	1.6	2.3
Wus.	2	1	6	1	12	7	16	1	3	1	3	6	4	0	0	1	29	2.1	2.4	2.3
Swin.	4	5	2	2	20	9	9	6	4	3	1	8	8	2	2	4	4	1.9	2.3	1.9
Rüg.	2	1	4	11	9	10	7	6	5	3	8	8	5	2	3	3	6	2.7	3.1	3.0
Neuf.	5	0	2	5	8	10	12	10	2	1	1	5	11	2	4	5	10	2.7	3.2	2.4
Mem.	5	0	3	4	12	11	11	5	2	2	4	3	9	5	12	2	5	2.8	3.2	2.5

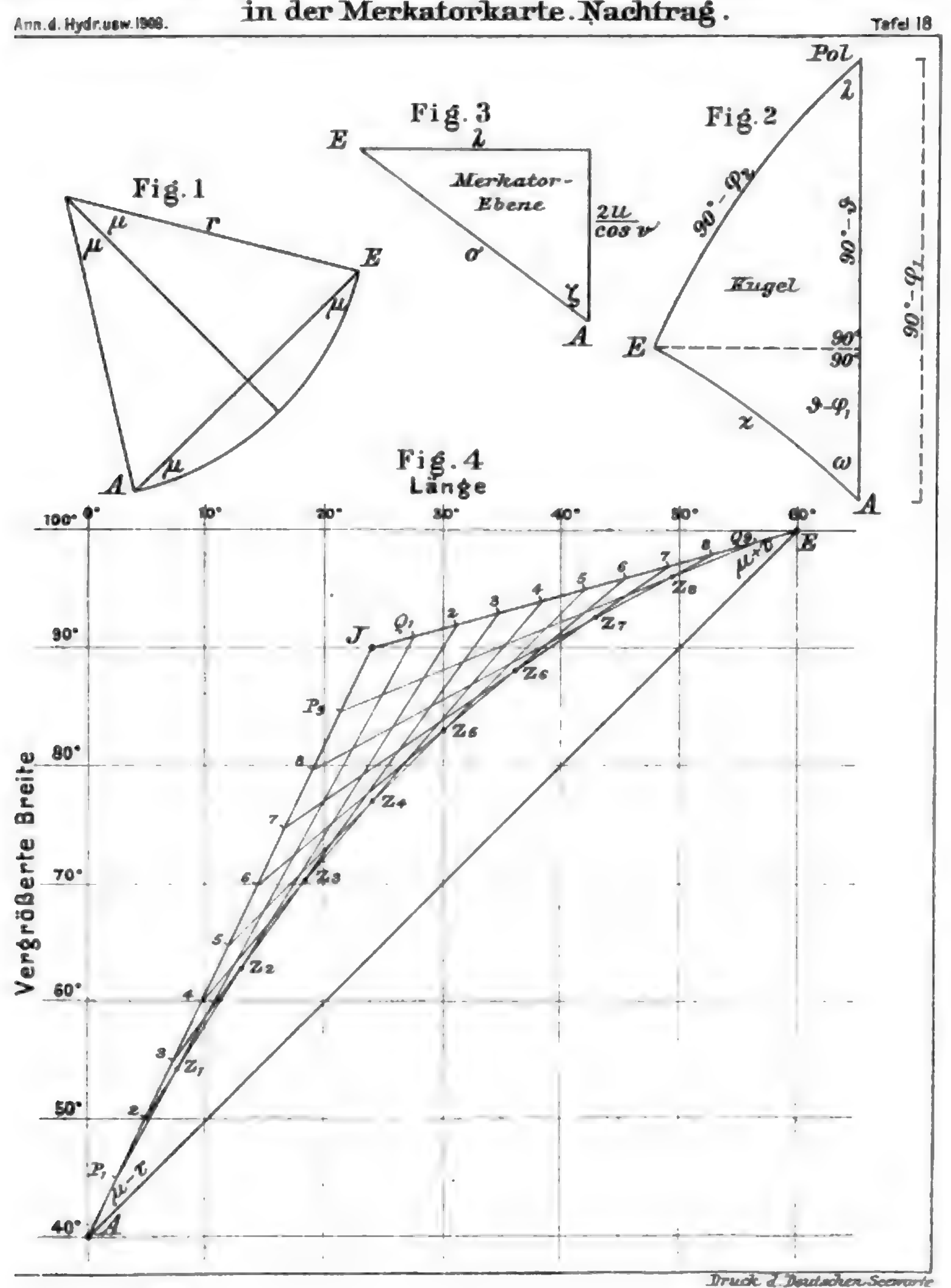
Die Witterungsverhältnisse im Monat Oktober gestalteten sich abnorm, da — infolge einer seltenen Konstanz der Luftdruckverteilung — bei weit zu hohem durchschnittlichen Barometerstande die Himmelsbedeckung von sehr geringem Grade und die Trockenheit eine ganz außerordentlich große war. Borkum z. B. hatte statt der normalen Niederschlagsmenge von 86 mm nur 3, Swinemünde statt 61 nur 4, Memel statt 81 nur 19 mm. Am größten ist die Differenz in Keitum, wo statt 104 nur 4 mm Niederschlag gemessen wurden. Die Temperaturverhältnisse waren im Mittel nahezu normal; dagegen traten der ruhigen Wetterlage entsprechend nur selten steife und stürmische Winde auf, nämlich am 5. an der östlichen Ostseeküste aus nordwestlichen Richtungen und am 19. sowie 20. vereinzelt an der Nordsee- und westlichen Ostseeküste meist aus Südost. Die vorherrschende Windrichtung war die südöstliche. Nebel trat ziemlich häufig auf, namentlich gegen Mitte des Monats.

Das deutsche Küstengebiet befand sich mit Ausnahme des 5., sowie der Tage vom 22. bis 28. Oktober andauernd im Bereich von Hochdruckgebieten. Am 1. des Monats lag der Kern des hohen Druckes über Zentraleuropa, wo er bis zum 3. ohne wesentliche Änderung an Höhe und Umfang verharrte. Das Wetter war demgemäß ruhig, meist heiter, mild und trocken. Am 4. änderte sich die Lage vorübergehend insofern, als von Nordskandinavien her ein Minimum südostwärts zog und das Hochdruckgebiet westwärts drängte. Sein Kern verlagerte sich dadurch nach Frankreich und stellte sich am nächsten Tage über der Nordsee ein, während das genannte Minimum nach Westrußland vorgerückt war. Es hatte an der ganzen Küste Auffrischen, an der ostdeutschen Küste aber am 5. starkes Auffrischen der Winde aus Nordwest, teilweise bis zur Stärke 10 der Beaufortskala im Gefolge. Das Tiefdruckgebiet entfernte sich jedoch schnell nach Osten, und das Hochdruckgebiet verlagerte sich mit seinem Kern wieder nach dem Kontinent, wo er zunächst bis zum 14. Oktober mit einigen geringen Ortsveränderungen liegen blieb und langsam ostwärts weiterzog. Während dieser Zeit herrschte wieder meist ruhiges, ziemlich mildes, trockenes und vielfach heiteres Wetter. Häufig stellte sich Nebel ein, namentlich vom 10. ab. Am 15. zerfiel das Hochdruckgebiet in mehrere Teile; ein Zentrum bildete sich über Skandinavien aus. Dieses gewann für die Witterung in Europa in den nächsten Tagen Bedeutung, da es an Höhe stark zunahm, sich allmählich südostwärts verlagerte und bis zum 28. über Osteuropa liegen blieb. Es verursachte vom 18. ab insofern eine wesentliche Veränderung in der Witterung, als nunmehr bei einer lebhafteren Ostströmung starke Abkühlung herbeigeführt wurde. Vielfach trat Frost ein, namentlich im Osten. Vom 21. ab stellten sich auch Trübung und leichte Niederschläge ein, da Ausläufer einer über dem Mittelmeer gelegenen Depression auf ihrem ost-westlichen Zuge das deutsche Küstengebiet berührten. Erwärmung trat jedoch erst wieder am 22. im Westen bei Ostseewinden und am 25. auch im Osten ein, als lebhaftere Südostwinde warme Luft vom Süden herbeiführten. Vom 26. ab ließen jedoch die Niederschläge wieder nach, da sich das Hochdruckgebiet ostwärts ausbreitete, so daß die Bewölkung abnahm. Es nahm allmählich an Höhe ab und brachte über dem Alpengebiet ein sekundäres Maximum zur Entwickelung. Dieses blieb bis zum Schluß des Monats fast unverändert liegen. Zugleich stellte sich über Skandinavien ein neues Hochdruckgebiet ein, so daß am Schluß des Monats wieder fast ganz Europa von hohem Druck bedeckt war.

Zu v. Kobbe:

Angenäherte Darstellung des Hauptbogens in der Merkatorkarte. Nachtrag.

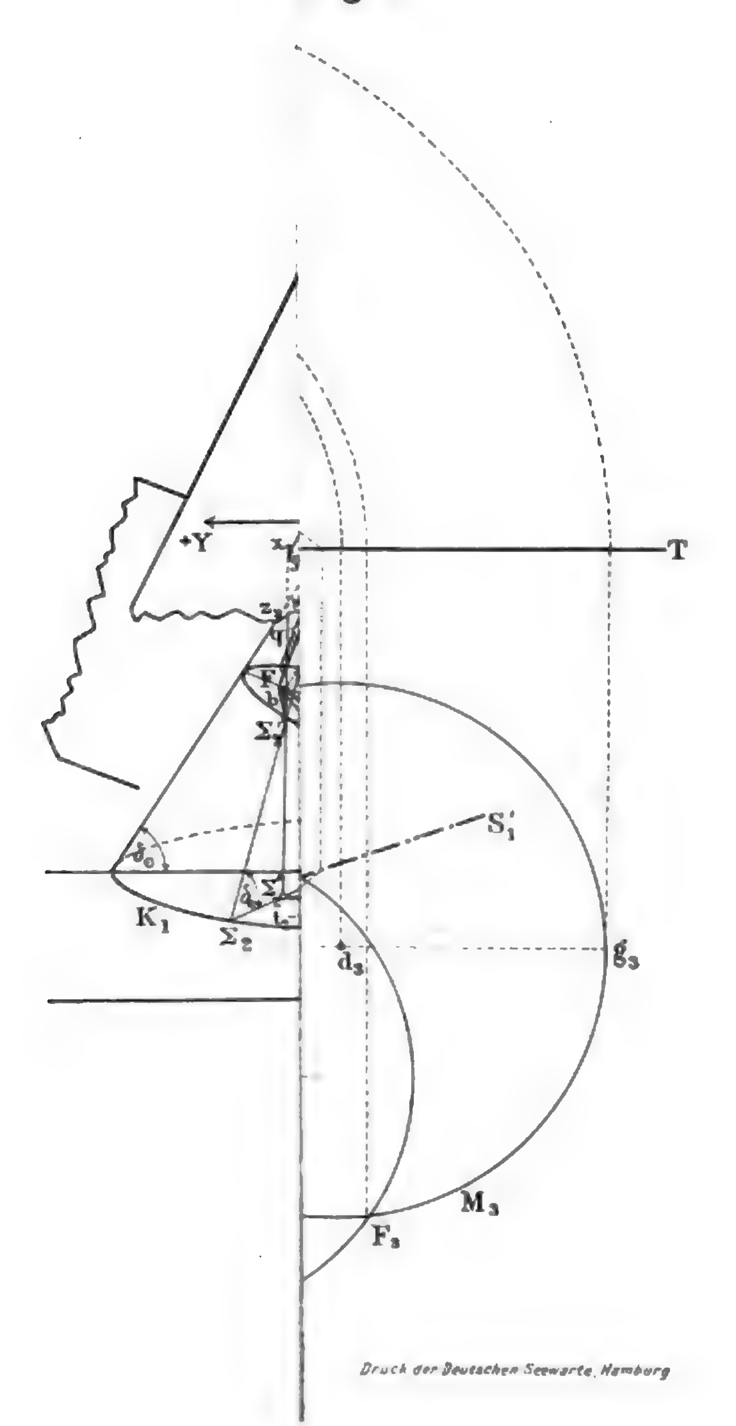
Ann. d. Hydr. usw. 1908.



Druck d. Deutschen Seewarte

ıng

Fig. 2.



Druck der Deutschen Seewarte, Hamburg

X JW

Digitized by Google

y Google

Digitized by Google